

ANNALES  
DES MINES,

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES

ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RAPPORTENT ;

RÉDIGÉES

*Par les Ingénieurs des Mines,*

ET PUBLIÉES

*Sous l'autorisation du Sous-Secrétaire d'État au ministère  
des Travaux Publics.*

QUATRIÈME SÉRIE.

TOME XII.



PARIS.

CARILIAN-GOEURY ET V<sup>o</sup> D'ALMONT,

LIBRAIRES DES CORPS ROYAUX DES PONTS ET CHAUSSEES ET DES MINES,  
Quai des Augustins, n<sup>o</sup> 39 et 41.

1847.

## COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

Les *Annales des Mines* sont publiées sous les auspices de l'administration générale des Ponts et Chaussées et des Mines, et sous la direction d'une commission spéciale formée par le Sous-Secrétaire d'État au ministère des Travaux Publics. Cette commission est composée, ainsi qu'il suit, des membres du conseil général des mines, de l'inspecteur des études et des professeurs de l'École des mines, du chef de la division des mines, d'un ingénieur secrétaire, et d'un ingénieur secrétaire-adjoint :

MM.

*Cordier*, inspecteur général, membre de l'Académie des Sciences, président.

*De Bonnard*, inspecteur général, membre de l'Académie des Sciences.

*Mignerou*, inspecteur général.

*Héricart de Thury*, inspect. gén., membre de l'Académie des Sciences.

*Berthier*, inspecteur général, membre de l'Académie des Sciences.

*Garnier*, inspecteur général.

*Chéron*, inspecteur général adjoint.

*Dufrénoy*, inspecteur général adjoint, inspecteur des études de l'École des mines, membre de l'Académie des sciences, profess. de minéralogie.

M. Debette est spécialement chargé de la traduction des mémoires étrangers.

L'administration a réservé un certain nombre d'exemplaires des *Annales des Mines*, pour être envoyés, soit à titre de don aux principaux établissements nationaux et étrangers, consacrés aux sciences et à l'art des mines, soit à titre d'échange aux rédacteurs des ouvrages périodiques français et étrangers, relatifs aux sciences et aux arts. — Les lettres et documents concernant les *Annales des Mines* doivent être adressés, sous le couvert de M. le sous-secrétaire d'État au ministère des travaux publics, à M. le secrétaire de la commission des *Annales des Mines*, à Paris.

### Avis de l'Éditeur.

Les auteurs reçoivent *gratis* 10 exemplaires de leurs articles. Ils peuvent faire faire des tirages à part à raison de 10 fr. par feuille pour le premier cent, et de 5 fr. pour les suivants.

La publication des *Annales des mines* a lieu par cahiers ou livraisons qui paraissent tous les deux mois. — Les trois livraisons d'un même semestre forment un volume. — Les deux volumes composant une année contiennent de 80 à 90 feuilles d'impression, et de 18 à 24 planches gravées. — Le prix de la souscription est de 20 fr. par an pour Paris, de 24 fr. pour les départements, et de 28 fr. pour l'étranger.

PARIS. — IMPRIMERIE DE FAIN ET THUNOT, rue Racine, n. 28.

## ÉTUDES

### *Sur les glaciers du nord et du centre de l'Europe.*

Par M. J. DUROCHER, Ingénieur des minès.

A la suite de plusieurs voyages dans diverses parties de l'Europe, j'ai présenté à l'Académie des sciences, en 1843 (1), un mémoire relatif à la limite des neiges perpétuelles et aux glaciers du Spitzberg comparés à ceux des Alpes (2). En 1845, j'ai fait un nouveau voyage en Scandinavie, et j'ai eu l'occasion de voir les principaux glaciers de la Norvège qui ont été rarement visités, bien qu'ils soient très-intéressants sous plusieurs rapports, et présentent sur une échelle un peu moindre les mêmes phénomènes que ceux des Alpes. Déjà MM. de Buch, Wahlenberg et Naumann ont décrit quelques-uns de leurs caractères; mais depuis peu d'années l'ardeur avec laquelle les géologues ont repris l'étude des glaciers y a fait découvrir de nouveaux faits, et a soulevé des questions importantes, qui maintenant n'ont point encore reçu de solution décisive. Les circonstances m'ayant permis d'étudier les caractères que présentent les glaciers sous des latitudes fort différentes, sous

(1) Comptes-rendus de l'Académie des sciences, t. XVI, p. 662.

(2) Voyages en Scandinavie, Géographie physique, t. I, 2<sup>e</sup> partie, et Annales de physique et de chimie, t. XIX, p. 1, 3<sup>e</sup> série.

des conditions diverses de climat et de situation orographique, la comparaison que j'en ai faite m'a conduit à apprécier leurs propriétés fondamentales. Ce sont les principaux résultats de ce parallèle que je vais retracer ici, après en avoir déjà exposé une partie dans le mémoire déjà cité; je m'attacherai surtout à faire ressortir les caractères essentiels à la formation et au développement des glaciers.

Il n'entre point dans mon sujet de tracer un historique des travaux fort nombreux qui ont eu les glaciers pour objet; je me bornerai seulement à citer ici les principaux savants qui s'en sont occupés, savoir : Scheuchzer, Gruner, de Saussure, Hugi, et MM. Elie de Beaumont, Venetz, Agassiz, de Charpentier, Desor, Rendu, Forbes, Hopkins et plusieurs autres. M. Martins, l'un des membres de la commission du Nord, a publié aussi une notice comparative sur les glaciers du Spitzberg et ceux de la Suisse (1).

*De la situation orographique et du développement des glaciers dans les principales régions montagneuses de l'hémisphère boréal.*

Les crêtes des montagnes sont couvertes d'un tapis de neige permanente.

Dans les principales chaînes de montagnes de notre hémisphère, les sommets culminants s'élèvent dans des zones de l'atmosphère où la température moyenne est inférieure à zéro et leur crête est couverte d'un tapis de neige perpétuelle. Dans un précédent mémoire (2) j'ai déterminé la loi qui préside à l'abaissement de la limite infé-

(1) Bibliothèque universelle de Genève, juillet 1840.

(2) Annales de chimie et de physique, 3<sup>e</sup> série, t. XIX.

rieure des neiges permanentes entre l'équateur et le pôle boréal; j'ai montré pourquoi, le long de cette limite, la température moyenne de l'année et celle de l'été subissent des variations en sens inverse et comment se combinent les conditions climatériques de ce phénomène.

Les masses de neige qui couvrent les hautes cimes ne donnent pas toujours naissance à des glaciers; beaucoup de montagnes en sont dépourvues et il n'en existe point, d'après M. de Humboldt, sur les Andes Équatoriales où il y a cependant de vastes champs de neige. D'ailleurs, sur la plupart des chaînes de montagnes de notre hémisphère, sur les Sierras Nevadas de l'Espagne, les Pyrénées, les Apennins, les Carpathes, les Monts Ourals, etc., on n'observe que des glaciers peu importants et d'une faible étendue, analogues à ceux que de Saussure a désignés sous le nom de *glaciers de la seconde classe* dans les Alpes, et que l'on appelle *serneilhes* dans les Pyrénées. Ils ont habituellement une forte inclinaison; tantôt ils sont couchés sur le flanc des montagnes, tantôt ils semblent suspendus à leurs crêtes; souvent encore ils sont relégués dans le fond de quelques ravins ou dans des anfractuosités de rochers. Comme ils se régénèrent lentement et que leur alimentation est peu considérable, les rayons du soleil et la chaleur de l'atmosphère les maintiennent dans un espace très resserré, et les empêchent de s'avancer jusque dans les régions cultivées et habitées par l'homme.

Les phénomènes remarquables qui excitent au plus haut degré l'admiration des savants et des touristes, ne se manifestent point d'une manière bien prononcée sur ces petites masses de glace;

Des serneilhes ou glaciers du second ordre.

Des glaciers du premier ordre.

ils ne se développent dans toute leur splendeur que sur les glaciers principaux, ou du premier ordre. Ceux-ci sont renfermés dans le fond de hautes vallées qui pénètrent jusqu'à l'axe central des grandes chaînes, et qui sont environnées de pics encore plus élevés. On doit citer les glaciers des Alpes comme les plus remarquables par leur aspect pittoresque, par la diversité de leurs formes, par leur puissance, leur vaste étendue en longueur et par la grandeur de leurs effets. Il y en a quelques-uns d'analogues en Norwège et en Islande, mais ils sont beaucoup moins nombreux que dans les Alpes; on en voit aussi de très-grands au bord même de la mer, dans les régions polaires, à la Nouvelle-Zemble, au Spitzberg, au Gröenland et dans la baie de Baffin (1).

Le développement des glaciers du premier ordre dépend du climat, de l'élévation et de la forme des montagnes.

L'inégale répartition des glaciers du premier ordre sur les régions montagneuses de notre hémisphère se rattache à des causes plus compliquées qu'on ne le croirait au premier abord; elle dépend du climat, de l'élévation et de la forme des montagnes: quelques exemples vont nous montrer que ces trois causes agissent simultanément, et que l'on aurait tort de chercher à expliquer les faits en invoquant exclusivement l'une d'elles. On

(1) Les glaciers se désignent par les expressions de *gletscher* en allemand, *glacier* en anglais, *ghiacciaia* en italien, *jegna* ou *jäckna* en lapon; dans le Nord de la Norwège on leur donne le nom de *gyckel*; dans la Norwège méridionale on appelle *isbræen* les glaciers proprement dits et *sneebæen* les champs de névé. En Islande on nomme *jökel* les glaciers en général et *falljökel* les glaciers inférieurs ou du premier ordre, les moraines sont désignées par le mot *jökelgyærde*.

conçoit aisément que les glaciers des Pyrénées soient beaucoup moins considérables que ceux des Alpes, vu la moindre élévation des sommets et la faible étendue des tapis de neige permanente. Mais le climat des fields scandinaves est assez rigoureux pour que l'on y trouve des champs de neige qui égalent et surpassent même en superficie ceux du Mont-Blanc, du Mont-Rose et de l'Oberland bernois; il me suffira, en effet, de citer les régions neigeuses du Folgefonden et du Justedal, les plateaux couverts de névé du Sognefiord, du Nordfiord, du Sulitelma, etc. Si la configuration du terrain le permettait, d'aussi vastes champs de neige descendrait une foule de glaciers qui seraient comparables à ceux des vallées de Chamouni, de Zermatt, de l'Aar, etc. Cependant on est étonné de n'y voir qu'un très-petit nombre de grands glaciers, et les deux ou trois qui ont le plus d'étendue sont loin d'offrir le même développement que les glaciers des Bois, d'Aletsch, etc.

Les sommets des montagnes ne s'élèvent pas, il est vrai, au-dessus de la limite des neiges perpétuelles autant que les pics des Alpes centrales: la hauteur des cimes culminantes de la Norwège, situées entre le 61° et le 62° degrés de latitude, varie de 2.500 à 2.650 mètres (1); et sous cette zone, les neiges permanentes s'abaissent à 1.600 mètres

(1) D'après les mesures faites par les ingénieurs norwégiens, l'*Ymesfield*, qui fait partie du groupe des *Galdhøpiggen*, et qui paraît être la plus haute montagne de la Scandinavie, a une élévation de 2.638 mètres (8.300 p. du Rhin). Beaucoup de cimes de cette région ont plus de 2.500 mètres, mais le *Sneehättan*, situé un peu plus au Nord, que l'on regardait autrefois comme la cime la plus élevée, n'a, d'après mes observations, que 2.295 mètres

au-dessus de la mer, c'est-à-dire à 900 ou 1.050 mètres au-dessous des plus hautes sommités. L'élévation des cimes principales dans les Alpes varie de 4.000 à 4.800 mètres; elle surpasse de 1.300 à 2.100 mètres la limite inférieure des neiges permanentes qui s'y trouve à une altitude moyenne de 2.700 mètres. Ainsi, même en tenant compte des climats, il y a une différence considérable entre les Alpes et les fields de la Norvège relativement à la hauteur des sommités au-dessus de la limite des neiges.

Néanmoins, au-dessus d'une certaine altitude, l'élévation des montagnes n'est pas la cause principale du grand développement des glaciers, bien qu'elle exerce une influence incontestable; car les glaciers les plus étendus de la Norvège ne se trouvent pas autour des cimes qui atteignent un niveau de 2.500 à 2.650 mètres au-dessus de la mer, mais entre des montagnes dont les sommets surpassent à peine 2.000 mètres.

Le Caucase nous en offre une preuve encore plus frappante: les neiges perpétuelles s'y abaissent à 3.200 et même à 3.100 mètres au-dessus de la mer, c'est-à-dire à un niveau plus élevé de 500 à 400 mètres que dans les Alpes: or il s'y trouve des cimes, telles que l'Elbrouz qui s'élèvent à 5.000 mètres et se trouvent dans des conditions d'altitude analogues à celles du Mont-Rose, de la *Jungfrau*, etc. Néanmoins, dans cette chaîne de montagnes, les glaciers du premier ordre sont beaucoup moins nombreux que dans les Alpes et ils ont moins d'étendue; cela paraît tenir à

de hauteur, et si on compare ce chiffre avec ceux obtenus par d'autres observateurs, on voit que l'erreur ne peut être de plus d'une trentaine de mètres.

deux causes: 1° à une différence dans la disposition des hautes vallées et dans l'arrangement des pics; 2° à une moindre humidité du climat, d'où résultent de moins abondantes chutes de neige.

Pour apprécier les causes qui déterminent le développement des glaciers, nous allons employer une comparaison qui est juste sous plusieurs rapports, et les envisager comme des fleuves ou des torrents de glace qui descendent de la crête des montagnes, en suivant la pente du terrain, de la même manière que les courants d'eau; comme eux ils affectent une disposition convergente et reçoivent des affluents qui augmentent leur puissance; on peut donc employer l'expression de bassin glaciérique comme correspondant à celle de bassin hydrographique. La quantité d'eau apportée par un fleuve à la mer est égale à la somme de toutes les eaux tombées à la surface de son bassin, moins la portion évaporée et celle absorbée dans le sol; de même, la quantité de glace qui passe chaque année par une section déterminée d'un glacier représente la masse de neige qui tombe annuellement à la surface de son bassin d'alimentation, moins la portion qui a été fondue ou évaporée.

Dans chacun de ces phénomènes, il y a plusieurs éléments à prendre en considération: quand il s'agit d'expliquer l'importance relative de différentes rivières, il faut tenir compte de l'épaisseur de la couche d'eau annuelle, épaisseur qui varie en raison du voisinage de la mer, du relief du terrain, des forêts qui s'y trouvent, de la direction des vents les plus fréquents, etc. Il faut aussi connaître les variations que subit l'évaporation d'un lieu à un autre, en raison de la température, de l'état hygrométrique et du degré

Comparaison des glaciers avec les cours d'eau.

d'agitation de l'air. Quant à l'absorption dans le sol, elle dépend de la configuration et de la nature du terrain; elle est beaucoup plus grande sur les terrains plats et fissurés, formés de roches arénacées et facilement perméables, que sur les terrains en pente, sur ceux qui présentent peu de fentes ou dont la nature argileuse empêche les infiltrations. D'ailleurs, cette absorption dans le sol est assez considérable pour donner lieu à des courants d'eau souterrains, toutes les fois que la disposition et la nature des dépôts sédimentaires le permettent.

Équation exprimant la capacité de développement des glaciers.

On peut apprécier la puissance ou la faculté de développement d'un glacier, la cause des différences qui existent entre les glaciers du premier et du second ordre, à l'aide d'une formule analogue à celle qui exprime la puissance d'un cours d'eau : on peut établir l'équation

$$LEA = SHf,$$

qui exprime l'équilibre entre la consommation annuelle d'un glacier et son alimentation; je désigne par L, E, A, la largeur, l'épaisseur et l'avancement annuel d'un glacier, à la lisière des neiges permanentes, sous la zone où les blocs éboulés des rochers adjacents commencent à se montrer à sa surface; S est la superficie du bassin qui l'alimente, H l'épaisseur moyenne de la couche de glace qui correspond à la quantité de neige, de grésil ou de givre déposée dans le cours d'une année sur la surface S (1), et f est la fraction moyenne de cette

(1) Pour apprécier l'épaisseur de la couche de glace H, il faut tenir compte non-seulement des chutes de neige ou de grésil, mais encore du givre qui se forme à la surface des champs de neige et de glace. Cet effet n'est pro-

couche qui à la fin de l'été a résisté à la fonte ainsi qu'à l'évaporation et qui est restée imbibée d'eau. Les principes sur lesquels est basée cette équation sont très-simples, car chaque année à une tranche du glacier égale à LEA succède une autre tranche identique, si le glacier est à l'état stationnaire, ni en voie d'augmentation ni en voie de diminution; par suite, la masse de cette tranche équivaut au produit des quantités de neige tombées pendant l'année et non détruites par la fusion ou l'évaporation.

De la formule précédente on peut déduire toutes les conditions du phénomène. On voit d'abord que la capacité de développement des glaciers varie proportionnellement à l'étendue de leur bassin d'alimentation (1); mais il faut remarquer une différence essentielle entre les bassins glaciériques et hydrographiques : le volume des eaux d'un fleuve augmente proportionnellement à la superficie de toute la contrée qu'il traverse

Discussion de l'équation précédente; influence de l'étendue des bassins glaciériques.

bablement pas insignifiant, car le névé a un pouvoir émissif très-grand et comme sa température ne peut être supérieure à zéro, il suffira qu'elle s'abaisse un peu par voie de rayonnement pour condenser et faire passer à l'état solide une partie de la vapeur d'eau contenue dans la masse d'air environnante.

(1) Les nappes de neige qui forment le bassin d'un glacier sont la cause directe et essentielle de son développement parce qu'elles lui fournissent la matière qui l'alimente, mais encore elles influent indirectement sur lui en refroidissant les couches atmosphériques environnantes et en affaiblissant ainsi leur action liquéfiante; aussi là où il y a de très-vastes champs de neige, ou observe toujours un abaissement notable dans la limite inférieure des neiges perpétuelles et des glaciers, dans la température de la contrée environnante et dans les limites de croissance des différents végétaux.

depuis sa source jusqu'à son embouchure; tandis que le bassin d'un glacier et de ses affluents est formé seulement par l'ensemble des champs de neige ou des surfaces situées au-dessus de la limite des neiges perpétuelles; au-dessous la neige tombée en hiver fond entièrement pendant l'été, et par suite ne contribue pas à grossir le glacier. Cependant les neiges qui tombent autour de lui dans les régions plus basses, et que le vent amène à sa surface, contribuent à sa conservation; car elles augmentent l'épaisseur de la couche qui le recouvre au commencement de la saison estivale, elles le préservent pendant quelque temps de la chaleur du soleil et de l'atmosphère, et retardent ainsi l'époque où il commence à être attaqué par les agents calorifiques extérieurs.

Influences relatives des climats maritimes et des climats continentaux.

On voit aussi que de deux chaînes de montagnes, celle qui est située le plus près de l'Océan, qui jouit du climat le plus humide et où par suite il tombe le plus de neige, doit posséder, toutes circonstances égales d'ailleurs, les plus grands glaciers: l'influence des climats maritimes ou insulaires, comparée à celle des climats continentaux, est ici la même que dans le phénomène des neiges perpétuelles (1). Cependant, même dans l'état actuel de la surface terrestre, qui présente de vastes continents, les variations de  $H$  sont généralement moindres que celles de  $f$  et  $S$ ; dans une chaîne de montagnes qui n'est pas très-étendue, comme celle des Alpes, ou dont toutes les parties sont situées d'une manière analogue relativement aux mers environnantes, on peut supposer  $H$  constant, et la puissance des différents glaciers ne dépendra dans ce cas que du produit  $S \times$ : il est

(1) Voir Annales de chim. et de phys., 3<sup>e</sup> série, t. XIX.

facile de vérifier que dans les Alpes les glaciers les plus considérables correspondent aux lieux où ce produit atteint les plus grandes valeurs.

Le coefficient de  $f$  résulte de la combinaison de deux effets, de l'évaporation et de la fusion: l'évaporation a lieu d'une manière très-sensible à la surface des champs de neige et de glace; lorsque l'atmosphère est très-sèche, l'eau produite par le rayonnement du soleil se vaporise presque instantanément sans qu'on la voie passer par l'état liquide, et alors la surface de la neige reste sèche. D'ailleurs ce sont les mêmes causes, les rayons du soleil, le contact de l'air, etc., qui déterminent la destruction d'une partie de la couche de neige annuelle, soit par fusion, soit par évaporation; dans un précédent mémoire (1), j'ai déjà discuté la part que l'on doit attribuer à chacune de ces causes (2).

Parmi les circonstances locales qui influent sur les phénomènes glaciaires, je me bornerai à signaler ici les deux plus importantes, l'exposition relativement au méridien et la configuration des bassins glaciériques. Sur le versant septentrional des Alpes, la limite des neiges perpétuelles est plus basse de 2 à 300 mètres que sur le versant méridional: si l'influence de l'exposition agissait seule, il y aurait des différences encore plus grandes

Influence de l'exposition.

(1) Annales de chimie et de physique, 3<sup>e</sup> série, t. XIX, p. 8 et suivantes.

(2) Dans le phénomène des glaciers il faut tenir compte d'une cause particulière qui n'existe pas dans celui des neiges perpétuelles; c'est la présence des débris de rochers qui se trouvent à la surface des glaciers et qui atténuent l'influence des agents calorifiques; de façon que les masses de glaces qui sont cachées sous une nappe de débris peuvent se conserver pendant un plus grand nombre d'années et descendre à des niveaux moins élevés.

entre les niveaux auxquels s'abaissent les extrémités inférieures des glaciers exposés au nord et au sud; car en outre de l'affaiblissement des causes de liquéfaction sur les pentes septentrionales, l'abaissement qui a lieu dans la limite des neiges augmente notablement le bassin d'alimentation des glaciers. Mais cette influence est d'autant moins sensible que les glaciers tirent leur origine d'un plus vaste bassin ou reçoivent pour leur alimentation une plus grande quantité de neige; tel est le cas des glaciers de l'Aar, d'Aletsch, etc. Les effets se manifestent avec bien plus d'évidence dans les montagnes qui ne s'élèvent pas à plus de 6 à 700 mètres au-dessus de la limite des neiges, comme les Pyrénées, les Carpathes et la plus grande partie des Monts Ourals: dans les Pyrénées, par exemple, les neiges perpétuelles se montrent à peine sur le versant méridional, et l'on n'y voit point de glaciers sur les pentes exposées au midi.

Influence produite par la configuration des bassins glaciériques.

La puissance et le développement des glaciers sont fortement influencés par la configuration des bassins où ils se forment; les neiges qui tombent en hiver à la surface des montagnes éprouvent pendant l'été une fusion d'autant plus faible qu'elles se trouvent sur des lieux plus élevés, car la chaleur de l'atmosphère diminue en raison de la hauteur. A une altitude de 2.700 mètres, dans nos climats, la couche de neige hivernale fond entièrement pendant l'été, l'influence combinée de toutes les causes de chaleur équivaut à la fusion d'une épaisseur de glace d'environ un mètre; mais au-dessus de 2,700 mètres, l'ensemble de ces causes éprouve une diminution graduelle d'intensité, l'épaisseur de neige qu'elles peuvent fondre décroît à mesure que la hauteur augmente; on

conçoit alors que de deux bassins glaciériques d'une égale étendue, celui qui s'élèvera le plus haut recevra pendant l'année le moins de chaleur et livrera au glacier qui en sort la plus grande quantité de neige. D'ailleurs la pression de la colonne de neige et de glace sera d'autant plus considérable que les montagnes sont plus élevées; or elle tend à accélérer l'écoulement des glaces et à les faire descendre jusqu'à un niveau plus bas. Cet effet dépendra aussi de la manière dont se succèdent les pentes, de leur disposition convergente; une inclinaison moyenne et régulière le favorisera bien plus qu'une succession de plateaux-formes et de rochers abruptes. En outre, un bassin dont la surface osculatrice est concave et disposée en forme de cirque sera très-propre à concentrer une grande masse de neige et en facilitera la conservation, tandis que sur des flancs de rochers plans ou convexes, la neige est plus exposée à être fondue ou entraînée par les vents.

Les glaciers les plus considérables sont presque toujours formés par la réunion de plusieurs affluents qui descendent de gorges voisines et convergent dans une même vallée, soit dans la région des neiges perpétuelles, soit un peu au-dessous. Le développement des grands courants de glace qui en résultent dépend principalement de la puissance des glaciers affluents, et par suite de l'étendue et de la forme des bassins qui alimentent chacun d'eux. La réunion peut avoir lieu de plusieurs manières: si les deux glaciers, après leur convergence, se meuvent dans une vallée égalant en largeur les deux lits qu'ils occupaient auparavant, alors ils n'augmentent pas de puissance et ne descendent pas beaucoup plus bas que s'ils

Les grands glaciers sont en général formés par la réunion de plusieurs affluents.

étaient restés séparés. Mais en général, au-dessous du confluent, l'étendue de la vallée, dans le sens transversal, est moindre que la somme des largeurs des gorges qui viennent y aboutir; si le rétrécissement est brusque, il peut arriver qu'un des glaciers empiète sur l'autre, de manière à en recouvrir une partie; néanmoins, le plus souvent les choses se passent comme dans le cas où le lit d'un glacier se resserre: chacun des affluents se comprime, s'étire, et par suite la masse totale doit augmenter d'épaisseur; la diminution qui a lieu dans le sens transversal doit être compensée par un accroissement en hauteur, et souvent aussi par une accélération de mouvement. Il y a d'ailleurs des glaciers affluents qui ne peuvent se réunir au glacier principal sans qu'il y ait solution de continuité par suite de la forme escarpée du terrain; cependant ils contribuent un peu à son alimentation par les avalanches auxquelles ils donnent lieu, et ces avalanches peuvent elles-mêmes donner naissance à des glaciers remaniés.

Parmi les différentes chaînes de montagnes, ce sont les Alpes qui offrent les conditions de structure les plus favorables au développement des glaciers.

Si l'on compare les différentes chaînes de montagnes de notre hémisphère, on remarquera que de toutes ce sont les Alpes qui, dans l'état actuel des climats, satisfont le mieux à la condition de rendre maximum le produit  $HS^f$  de la formule précédente, eu égard à leur climat, à l'élévation de leurs cimes et surtout à cause de leur configuration. Sur d'autres chaînes, telles que le Caucase, on voit des cimes s'élever au-dessus de la limite des neiges, presque autant que le Mont-Blanc et plus que la Jungfrau, le Moine, etc.; mais si les Alpes nous offrent les plus grands et les plus beaux glaciers, en même temps que les sites les plus grandioses et les plus pittoresques, c'est que les

hautes vallées s'étoilent en atteignant la région des neiges; elles se divisent en plusieurs gorges rayonnantes, à pentes moyennes, s'élargissant en forme de cirques et disposées de manière à emmagasiner les neiges qui tombent sur les cimes environnantes pour les livrer ensuite à un même fleuve de glace. Aucune autre chaîne de montagnes ne présente une structure aussi éminemment propre à la formation et au développement des grands glaciers; c'est là un caractère essentiel qui distingue les Alpes des Apennins, des Carpathes, du Caucase, des Monts Ourals, etc. Certaines parties des fields scandinaves jouissent d'un climat plus humide et plus favorable aux phénomènes glaciaires que celui des Alpes; mais, comme nous le verrons, le relief de ces montagnes est complètement différent.

Par leur structure, les Pyrénées ont beaucoup plus de ressemblance avec les Alpes, cependant la disposition des vallées et le groupement des cimes ne sont pas identiques dans les deux chaînes; d'ailleurs les sommets culminants des Pyrénées sont trop bas, par rapport à la limite des neiges permanentes qui se trouve à une altitude moyenne de 2.800 mètres; la plus haute sommité, la Maladetta (3.400 mètres), ne s'élève qu'à 600 mètres au-dessus. Néanmoins, si plusieurs cimes d'une élévation analogue se trouvaient groupées ensemble et disposées circulairement autour d'un large bassin exposé au nord, qui aurait une altitude moyenne de 2.800 mètres, et dont les flancs s'élèveraient jusqu'à 600 mètres au-dessus de la limite des neiges, en présentant une surface de plusieurs kilomètres carrés, alors les masses de neige qui s'y entasseraient et s'y trouveraient abritées

La structure des Pyrénées est moins favorable que celle des Alpes au développement des glaciers.

du soleil et des vents chauds du midi donneraient naissance à un glacier bien supérieur par son développement à celui qui est couché sur le versant septentrional de la Maladetta, et qui est le plus grand des glaciers pyrénéens. Dans cette chaîne, les hautes cimes, au lieu de former des groupes comme les sommets du Mont-Rose, comme les aiguilles qui environnent le Mont-Blanc, ou comme les pics de l'Oberland bernois, sont séparées les unes des autres et pour ainsi dire isolées. On ne voit de surfaces neigeuses que sur la portion de leurs flancs qui regarde le nord; les champs de neige sont peu étendus, généralement plats ou convexes, et par suite beaucoup plus exposés à l'action des vents qui agissent mécaniquement pour entraîner et disséminer la neige sur les parties plus basses, et physiquement pour en opérer la fusion.

Cependant, il y a dans les Pyrénées des dépressions dont la ressemblance avec des cirques est tellement frappante, qu'on les désigne par ce nom dans le pays; mais leur fond se trouve à des altitudes au-dessus de la mer, comprises entre 1.700 et 2.300 mètres, de sorte que leur transformation en bassins glaciériques exigerait un abaissement de la limite des neiges perpétuelles de 800 à 1.000 mètres. D'ailleurs, les cirques des Pyrénées sont rarement groupés ensemble ou étoilés comme ceux des Alpes; ce sont de profonds bassins au milieu desquels il y a souvent des lacs et dont les parois sont formées par une muraille de rochers abruptes ou disposés en gradins. Leur configuration n'est pas tout à fait semblable à celle des étoilements que l'on observe à l'extrémité des gorges dans le massif des Alpes; ici il y a de nombreuses ramifications s'étendant

au loin et servant de lit à des glaciers affluents qui apportent à la vallée centrale, en des points peu éloignés les uns des autres, le produit des neiges répandues sur de vastes surfaces. On trouve, il est vrai, dans les Pyrénées, des cirques étoilés d'une vaste étendue, par exemple celui que j'ai signalé dans mon mémoire sur cette chaîne de montagnes (1), et qui est formé par la réunion des diverses branches de la vallée d'Arran; il est comparable au beau cirque de l'Oisans, qui a été décrit par M. Élie de Beaumont (2), et tous deux formeraient d'immenses bassins glaciériques, si la limite des neiges venait à s'abaisser d'environ 1.000 mètres dans les Alpes, et 2.000 mètres dans les Pyrénées.

Le versant septentrional du Mont-Blanc nous offre un beau type de ces gorges étoilées qui se terminent par un groupe de cirques, c'est là que se trouve la mer de glace de Chamouni; elle est formée par la réunion de trois glaciers différents, ceux du Talèfre, du Léchaud et du Tacul ou du Géant; leur convergence a lieu dans l'espace triangulaire compris entre l'aiguille du Moine, le mont Tacul et l'aiguille de Chamois. Chacun d'eux prend naissance dans un profond bassin en forme de cirque, dont le fond et les parois sont couverts d'une grande épaisseur de glace et de neige, sauf les parties abruptes, qui se terminent à une arête dentelée, hérissée de pics pointus comme des aiguilles. Le plus grand des trois glaciers, celui du Tacul, s'alimente dans un vaste réservoir, composé de deux dépressions; la première est dominée par le mont Mallet et les aiguilles de Blaitière (*Pl. I, fig. 1*); la seconde par les aiguilles Marbrées,

La mer de glace de Chamouni est formée par la réunion de trois glaciers principaux.

(1) Annales des mines, 4<sup>e</sup> série, t. VI, p. 58.

(2) Annales des mines, 3<sup>e</sup> série, t. V, p. 317.

l'aiguille du Midi et la cime du Mont-Blanc qui se trouve un peu à l'ouest. La partie centrale du cirque inférieur est un peu au-dessous de la limite des neiges permanentes ; la surface du glacier s'y montre à découvert et porte une traînée de débris qui s'amincit de plus en plus vers le haut et se termine près de la gorge séparant l'aiguille Noire du Rognon, et servant de communication entre les deux cirques. Ici la pente est un peu plus forte, et le glacier est divisé par un grand nombre de crevasses ; c'est un peu au delà qu'il disparaît au sein des champs de neige qui non-seulement occupent le milieu de ce bassin, mais qui se prolongent sur les flancs des cimes adjacentes et s'étendent jusqu'au col du Géant.

Calcul de l'épaisseur que doit avoir le glacier du Tacul.

Essayons d'appliquer au glacier du Tacul la formule que nous avons posée précédemment,  $LAE = SHf$ . Le bassin supérieur d'où il tire son origine est situé entièrement au-dessus de la limite des neiges, et sa superficie  $S$  est d'environ 12 kilomètres carrés. La quantité de neige qui tombe annuellement dans les Alpes à cette élévation, correspond à une couche de glace d'environ un mètre d'épaisseur (au Saint-Bernard, à une altitude un peu moindre, la quantité totale d'eau qui tombe dans l'année, à l'état de pluie ou de neige, formerait une couche de 1 1/2 mètre, et il en tombe au moins les deux tiers à l'état de neige).

Quant à l'avancement annuel  $A$  du glacier du Tacul, il peut être calculé approximativement d'après le chemin parcouru par l'échelle que de Saussure laissa en 1788 au pied de l'aiguille noire, lors de sa descente du col du Géant, échelle qui a été retrouvée quarante-quatre ans après, en 1832, proche le pied de l'aiguille du Moine, à une

distance d'environ 4.400 mètres (1), ce qui fait un avancement annuel de 100 mètres.

Adoptons cette donnée pour le mouvement de la portion du glacier du Tacul qui abandonne la région des névés et traverse le défilé de l'aiguille noire, ayant alors une largeur d'environ 1 kilomètre, on aura  $1^{\text{kil.}} \times \frac{1}{10} \times E = 12^{\text{kil.car.}} \times Hf$ , ou  $E = 120 (Hf)$ .

On peut apprécier d'une manière approximative la valeur de  $Hf$ , c'est-à-dire l'épaisseur moyenne des couches de neige glacifiées qui représentent le produit de chaque année : si on observe en effet les coupes naturelles que présentent au bord des escarpements les glaciers situés dans les hautes régions, un peu au-dessus de la limite des neiges, on y remarque une succession de couches horizontales qui correspondent aux résidus des couches de neige annuelles et qui vont en diminuant d'épaisseur de haut en bas ; les supérieures ont souvent plusieurs pieds de puissance, mais les inférieures, qui sont tassées et en grande partie transformées en glace, sont beaucoup plus minces. Il est très-probable que l'épaisseur moyenne des couches de neige qui s'accumulent chaque année dans le bassin supérieur du glacier du Tacul se réduit à moins d'un mètre : en effet, les chutes de neige qui ont lieu chaque hiver formeraient une couche de 10 mètres d'épaisseur, correspondant à un mètre de glace compacte, s'il ne se produisait aucun changement ; mais, par suite de la fusion estivale, du tassement et de la conversion en glace grenue qui s'opère graduellement, on peut supposer que cette couche se réduit moyennement à un dixième au

(1) Voyez *Travels through the Alps of Savoy*, by J. B. Forbes, p. 87.

moins de son épaisseur primitive. En admettant donc 1 mètre comme un maximum, la puissance moyenne du glacier du Tacul au défilé de l'Aiguille-Noire serait de 120 mètres; mais si la hauteur moyenne de chaque couche n'est que de 0<sup>m</sup>,50, la puissance du glacier sera deux fois moindre, ou de 60 mètres. En réalité, l'épaisseur de ces couches doit diminuer de la surface vers le fond; pour les couches supérieures, elle peut être égale ou même supérieure à 1 mètre, mais près du fond elle ne dépasse pas sans doute 0<sup>m</sup>,50. Je pense donc qu'on ne s'écartera pas beaucoup de la vérité en leur supposant une épaisseur moyenne de 0<sup>m</sup>,75, ce qui donne alors 90 mètres pour l'épaisseur E du glacier.

Une pareille épaisseur serait trop faible pour permettre au glacier du Tacul de s'étendre sur une longueur d'environ 15 kilomètres, et de s'abaisser jusqu'au niveau de 1.120 mètres au-dessus de la mer; mais il s'accroît en traversant son bassin inférieur de tout le produit des neiges tombées sur les parties latérales, et il éprouve une augmentation encore plus forte au moment où viennent se joindre à lui les glaciers du Talèfre et du Léchaud; c'est un peu au-dessous de ce confluent, entre l'aiguille de Charmoz et celle du Moine, qu'il doit acquérir la plus grande épaisseur. Il est très-probable qu'elle surpasse 150 mètres et approche même de 200; elle serait encore plus grande si le confluent avait lieu un peu plus haut. Il est donc facile de concevoir que des glaciers, tels que celui de l'Aar, par exemple, puissent atteindre en certaines parties une épaisseur de plus de 200 mètres.

On voit en général que la puissance et le développement des glaciers dépendent de l'étendue des réservoirs de neige et de glace où prend naissance

chacun de leurs affluents, et qu'un glacier simple, sans affluents, a peu de chances de s'étendre beaucoup en longueur, sauf le cas très-rare où il tire son origine d'un immense bassin (1) : aussi les principaux glaciers des Alpes sont composés et leur grande étendue résulte, comme je l'ai déjà indiqué, de la disposition étoilée qui caractérise les hautes vallées de cette chaîne.

Les montagnes de la Scandinavie ne ressemblent aucunement par leur structure aux Alpes ou aux Pyrénées; elles se composent de vastes plateaux, à surfaces ondulées, un peu inégales et situées à des hauteurs très-diverses. Les plateaux les plus élevés bordent la côte de Norvège et leurs flancs escarpés plongent dans la mer du Nord; du côté oriental, au contraire, on observe une série de plates-formes disposées en gradins et s'abaissant peu à peu, par une pente douce, vers les rivages de la Baltique. Parmi ces plates-formes, celles dont l'altitude est inférieure à 1.000 mètres n'offrent point habituellement de vallées de déchement, elles sont simplement séparées les unes des autres par des dépressions à pentes faibles : mais les plateaux élevés de 1.000 à 2.000 mètres qui longent le littoral depuis Christiansand jusqu'au cap Nord sont découpés par de profondes crevasses. Là se trouvent ces fiords ou golfes particuliers à la Norvège, si étonnants par leur petitesse en largeur,

Structure de  
montagnes de la  
Scandinavie.

(1) Si les glaciers qui se trouvent sur le versant méridional du Mont-Blanc sont beaucoup moins étendus que le glacier des Bois, cela ne provient pas principalement de ce qu'ils sont exposés au midi, mais de ce qu'ils sont simples, sans affluents et, comme l'a justement fait remarquer M. Desor, de ce que sur ce côté de la chaîne il n'y a point de vastes cirques comme ceux du Tacul, du Léchaud et du Talèfre.

comparativement aux proportions gigantesques de leur longueur et de leur profondeur. Je citerai comme l'un des plus remarquables le Sognefiord, cette étroite déchirure, qui a une étendue de 16 myriamètres, dont les parois abruptes s'élèvent souvent à un millier de mètres, et le long de laquelle la mer pénètre jusqu'au pied des plus hautes sommités du nord de notre continent.

Néanmoins, ces grandes crevasses ne découpent pas les plateaux élevés de la Norvège dans toute leur largeur, et il est rare qu'elles communiquent entre elles par des cols : aussi lorsque l'on veut passer d'une vallée à l'autre, on est généralement obligé de marcher pendant plusieurs heures à la surface d'un plateau entièrement nu, où l'on ne voit d'autre végétation que le lichen des rennes, et souvent ce plateau est couvert de neiges et de glaces. Au contraire, dans les Alpes et les Pyrénées, les crêtes des montagnes, loin de constituer des plates-formes, présentent des arêtes plus ou moins aiguës, dentelées et fortement déprimées dans les points où se trouvent les cols qui servent de communication entre les vallées opposées.

Aucun des plateaux de la Norvège n'a une élévation supérieure à 2.000 mètres, mais à leur surface se dressent des pics dont la hauteur surpasse quelquefois de 1.000 mètres le niveau moyen des plates-formes environnantes : ce sont des pyramides ou des cônes dont les flancs ont une inclinaison variable, quelquefois supérieure à 45°; on leur donne fréquemment le nom de *tind*, correspondant à l'expression de *horn* (corne), employée dans la Suisse allemande, ou à celle de *pic*, *dent*, employée dans les Alpes françaises. Ces pics sont habituellement séparés

les uns des autres, et offrent une disposition analogue à celle des cônes volcaniques dont sont hérissés les plateaux élevés des Cordillères.

Il y a dans la Scandinavie (en Norvège, en Laponie et dans les parties limitrophes de la Suède) un grand nombre de serneilles ou glaciers du second ordre, semblables à ceux des Pyrénées ou des Alpes; ils sont étendus sur le flanc des montagnes, couchés au fond des ravins ou encadrés entre les dentelures que présente le bord des plateaux. Les glaciers du premier ordre sont beaucoup plus rares; ils se trouvent principalement dans le massif rocheux le plus vaste et le plus élevé de la Scandinavie, qui est situé entre le 61° et le 62° degré de latitude, sur la partie limitrophe des provinces de Bergen et de Drontheim; on donne aux différentes régions de ce massif les noms de Jotungfied, Sognefied, Justedal, etc. Malgré la vaste étendue des champs de neige qui couvrent le *Folgefondenfield*, presque montagneuse située sous le 60° degré de latitude et entouré presque de tous côtés par la mer, il paraît qu'il ne s'y trouve aucun glacier de quelque importance : on en trouve quelques-uns dans le massif du Sneehättan, sur le Dovrefield, et dans le Sulitelma en Laponie, sous le cercle polaire.

Parmi tous les glaciers de la Scandinavie, il n'en est aucun dont la longueur surpasse un myriamètre, ou qui s'abaisse à plus de 1.330 mètres au-dessous de la limite des neiges perpétuelles. Dans la Norvège septentrionale, quelques-uns s'étendent jusqu'à des plages peu élevées au-dessus du niveau de la mer, mais on n'en voit point s'avancer jusqu'au bord même de l'Océan : leur extrémité en est séparée par un espace libre plus ou moins large; il en est généralement ainsi en Islande. Ces gla-

Des glaciers de la Scandinavie.

ciers ont une masse assez puissante et un mouvement assez rapide pour parcourir la distance qui sépare leur origine du rivage, d'autant plus qu'ils sont très-inclinés; mais ils ne peuvent pas s'avancer sur les plages qui sont presque horizontales et où les vents de la mer achèvent d'en opérer la fusion. Un effet analogue a lieu pour beaucoup de glaciers de la Suisse qui descendent avec une déclivité un peu forte le long de gorges latérales jusqu'au bord des grandes et larges vallées; mais les vents chauds qui soufflent le long de ces vallées ne leur permettent pas de s'y avancer.

Les plus grands glaciers se trouvent dans le Justedal.

C'est dans le Justedal que l'on voit les plus grands glaciers; ils occupent le fond des crevasses ou des échancrures que présente le bord d'un vaste plateau couvert de glace et de neige, mais ils ne s'alimentent que sur une petite partie du plateau, celle qui avoisine les échancrures et incline vers elles: leur bassin est donc circonscrit, et comme ils ne reçoivent pas une quantité de matière fort considérable pour réparer la consommation produite par les agents calorifiques, ils ne sont pas susceptibles de prendre un aussi grand développement que les glaciers des Alpes.

Je citerai le glacier de *Lodals* comme le plus étendu de ceux que j'ai vus en Norvège, et c'est le plus grand de ceux que l'on connaît dans toute la Scandinavie. Du haut du plateau et des flancs de la cime des *Lodalskaabe* où il prend naissance, jusqu'au fond de la vallée du Justedal où il vient se terminer, il a une étendue en longueur d'environ 9 kilomètres. Il se trouve dans une situation analogue à celle des grands glaciers alpins, c'est-à-dire à l'extrémité d'une gorge qui se divise en plusieurs branches en atteignant le plateau de *Lodals*, et qui, par suite

de ses ramifications, peut recevoir et concentrer dans un même courant les masses de neige répandues sur une large surface. Les autres glaciers du Justedal remplissent le fond de crevasses simples, non étoilées; ils sont sans affluents et ne peuvent pas s'étendre beaucoup en longueur; cependant deux d'entre eux, à raison de leur déclivité, descendent jusque dans la vallée principale, et même à un niveau un peu plus bas que celui de *Lodals*.

Une comparaison fera bien comprendre la situation des glaciers de la Norvège en général: que l'on suppose un plateau bordant l'Océan et découpé par beaucoup de petites vallées dont chacune aboutit à la mer: bien que ce plateau puisse avoir une grande étendue et qu'il y tombe autant ou même plus de pluie qu'ailleurs, il ne s'y formera cependant pas de très-grande rivière, parce que les eaux s'écouleront par une foule de débouchés, au lieu de se réunir en un même grand courant; c'est ce qui a lieu, par exemple, sur le littoral de la France, dans l'intervalle qui sépare la Seine et la Loire. De même les vastes masses de glace et de neige qui couvrent les hautes régions de la Scandinavie, se déversent par des points isolés, par des échancrures sur le bord des longues et profondes vallées: la disposition des plates-formes bordées d'escarpements, l'absence de gorges étoilées et le défaut de convergence dans les pentes empêchent les glaces d'une même région de se concentrer dans de grands courants; aussi voit-on peu de grands glaciers, mais au contraire une foule de serneilles ou glaciers du second ordre, adossés à la crête ou aux flancs des rochers; l'eau provenant de la fusion

Causes de la rareté des grands glaciers en Norvège.

des champs de neige se précipite du haut des plateaux dans le fond des vallées, en formant des cascades qui ont quelquefois de 3 à 400 mètres d'élévation.

Il n'y a pas de glaciers très-considérables sur les pentes des cimes les plus hautes de la Scandinavie.

Nous avons vu que les cimes les plus élevées de la Scandinavie constituent des protubérances coniques ou pyramidales à la surface des plateaux; sur leurs pentes il y a aussi des glaciers, ainsi on en voit autour des Skagstölstind, des Galdhöpiggen, etc., mais ils sont beaucoup moins considérables que ceux du Justedal, bien que les sommets des montagnes adjacentes s'élèvent de 500 à 600 mètres plus haut que la *Lodalskaabe*, la plus haute cime du Justedal; cela provient de ce que les pics sont généralement séparés les uns des autres, au lieu d'être groupés en arc de cercle autour de gorges qui serviraient alors de réservoirs à des glaciers puissants et comparables à ceux des Alpes.

Les montagnes de la Scandinavie présentent quelquefois des cirques.

Les forces souterraines qui ont soulevé plusieurs plateaux de la Norvège et ont produit les sommités culminantes, n'ont pu se développer sans qu'il en résultât des vides au-dessous de la surface; et certaines parties de la croûte extérieure, après avoir été exhaussées, ont dû s'affaisser sur elles-mêmes; alors se sont formés des cirques analogues à ceux des Pyrénées et qui me paraissent avoir une origine semblable. Ils sont beaucoup moins nombreux en Norvège que dans les Alpes ou les Pyrénées, mais il y en a qui forment de profonds réservoirs susceptibles d'emmagasiner une grande quantité de neige et d'engendrer des glaciers. Tel est par exemple le cirque compris entre la cime principale du Sneehättan et la muraille de rochers escarpés qui s'étend vers *Skreahög*: au fond de cet abîme que l'on con-

temple avec un sentiment de terreur du haut du Sneehättan, il y a un glacier assez remarquable représenté fig. 4. Bien que son bassin soit très-profond, il n'a qu'un faible développement en longueur, vu la petite étendue de l'espace où il s'alimente. Cet exemple nous permet d'apprécier la différence qui existe sous le rapport des phénomènes glaciaires entre des cirques isolés et des vallées étoilées, à pentes convergentes, comme celles des Alpes.

La grande île du Spitzberg, située entre 76° 30' et 81° de latitude boréale et s'étendant du 8<sup>e</sup> au 22<sup>e</sup> degré de longitude, consiste en un vaste pâté de montagnes qui, par leur structure, offrent une certaine analogie avec les plates-formes élevées de la Norvège. Cette île doit son nom à l'aspect des pics aigus qui bordent le rivage et s'élèvent du sein des flots jusqu'à une hauteur variable de 600 à 1.200 mètres. Mais au lieu de se rattacher à un système rectiligne offrant les caractères ordinaires des chaînes de montagnes, ces pics ne sont pour ainsi dire que les dentelures de l'arête terminale d'un haut plateau qui constitue l'intérieur du Spitzberg (1), et ils s'abaissent dans l'Océan arctique par des pentes abruptes comme les flancs des plateaux de la Scandinavie occidentale. Cependant il n'y a point dans la partie Nord-Ouest que nous avons visitée en 1839 de fiords aussi longs ni aussi profonds qu'en Norvège, mais de petits golfes bordés sur leurs côtés et à leur extrémité

Des montagnes du Spitzberg.

(1) Cette configuration est clairement marquée dans la partie Nord-Ouest du Spitzberg, mais la partie méridionale paraît ne pas offrir tout à fait la même structure, et la composition géologique en est aussi différente.

par des rochers escarpés d'une grande élévation ; souvent même le rivage offre l'aspect d'une barrière infranchissable.

Situation orographique des glaciers du Spitzberg.

Sur la plus grande partie du littoral, les flancs des montagnes s'enfoncent jusqu'au dessous du niveau de la mer avec une inclinaison très-forte, mais quelquefois la pente s'adoucit à leur pied et donne lieu à des plages toujours très-peu étendues en largeur. Sur celles qui sont exposées au S., au S.-O. ou au S.-E. et qui ne communiquent pas par des dépressions ou des crevasses avec le plateau de neige situé derrière, je n'ai pas vu de glaciers, et souvent même leur surface est dépouillée de neige : ainsi, dans la baie de la Madeleine (*Pl. I, fig. 2 et 3*), il y a trois grands glaciers dont deux sont exposés au Nord, et le troisième, situé au fond de la baie, est exposé au N.-O. ; mais on n'en voit pas sur le côté de la baie qui regarde le Sud : il en est de même dans la baie de Bellsound qui fut visitée par la commission scientifique du Nord en 1838. Ainsi, même au Spitzberg, sous le 80° degré de latitude, il semble que l'exposition des lieux exerce encore une certaine influence sur la conservation des neiges et la formation des glaciers.

Dans cette contrée, ils n'occupent pas le fond de gorges profondes et allongées comme dans la Suisse et la Savoie, mais ils remplissent les dépressions, les anfractuosités ou les échancrures que présentent les flancs des montagnes situées au bord de la mer. Le cas le plus favorable pour leur formation est celui où il se détache de la crête du plateau de petits rameaux dirigés vers la côte : souvent alors les glaciers ont une forme triangulaire ; ainsi *les sept glaciers*, qui sont placés entre des montagnes de 6 à 700 mètres d'élévation et qui sont adossés à une

même crête d'environ 1000 mètres de hauteur. Fréquemment encore les glaciers du Spitzberg, ont une forme quadrangulaire ou bien la disposition d'un trapèze, l'un des côtés étant formé par le rivage, et les trois autres par les flancs des montagnes encaissantes.

Sous le rapport des dimensions, ils diffèrent tout à fait des glaciers de la Suisse ; c'est une conséquence de la dissimilitude qui existe entre leurs situations respectives : ceux-ci ont un grand développement en longueur qui parfois surpasse 2 myriamètres, et leur largeur excède rarement 5 kilomètres. Les glaciers du Spitzberg au contraire se rapprochent davantage de la forme carrée, et beaucoup ont une largeur plus grande que leur longueur : dans la baie de la Madeleine, le glacier situé à l'entrée a 900 mètres environ de largeur sur 1.600 à 1.700 de longueur ; celui de la presqu'île des Tombeaux a 1.800 mètres de largeur sur 1.500 de longueur ; celui du fond de la baie est long et large d'environ 1.650 mètres. De même les sept glaciers ont chacun une étendue de 1.500 à 2.000 mètres dans le sens transversal, et leur longueur n'est pas beaucoup plus grande : le glacier le plus considérable, celui de Hornsound, situé dans la partie méridionale du Spitzberg, a 11 milles anglais ou 16.600 mètres de largeur ; on n'a pas mesuré sa longueur, mais elle est certainement beaucoup moindre.

On voit que les dimensions de ces glaciers sont souvent plus considérables dans le sens transversal, parallèlement à la côte que dans le sens longitudinal ; le bord de l'immense plateau de neige où ils prennent naissance n'est séparé de la mer que par une distance très-petite ; par suite les glaciers ne peu-

Dimensions des glaciers du Spitzberg.

vent avoir qu'une faible longueur, car nous verrons qu'ils ne s'avancent pas dans la mer. Toutes les fois que les flancs des montagnes qui bordent le rivage ne forment pas une muraille abrupte et tout à fait continue, les énormes masses de neige qui couvrent l'intérieur de l'île envoient des émissions à travers les intervalles en forme de cols qui séparent les pics du littoral ou par-dessus les parties les plus basses de l'arête terminale du plateau. Les glaciers de ces régions n'ont donc pas de limites fixes dans le sens de la largeur; et si le bord du plateau, au lieu d'être formé par une crête dentelée, hérissée d'aiguilles, était arrondi et graduellement déprimé de manière à s'abaisser vers l'Océan par une pente douce et régulière, les neiges et les glaces s'écouleraient par-dessus comme les eaux d'un fleuve au-dessus d'un déversoir et formeraient ainsi des mers de glace d'une immense étendue en largeur.

De la puissance  
des glaciers du  
Spitzberg.

Les glaciers du Spitzberg se trouvent dans les mêmes conditions orographiques que ceux de la Norwège, au fond des dépressions ou des échancrures que présente le bord d'un plateau; la neige qui sert à leur formation ne provient que d'une surface peu étendue comparativement à la largeur des glaciers, et par suite ils ne peuvent acquérir une très-grande puissance. Comme ici la limite des neiges permanentes se trouve au bord même de la mer, la couche de neige qui tombe chaque hiver fond à peine pendant la courte durée des étés, et la surface même des glaciers n'est point attaquée par les agents calorifiques extérieurs; leur puissance ne doit donc pas éprouver de diminution notable à mesure qu'ils s'abaissent vers la mer. Là elle peut être mesurée avec précision, car un

des traits caractéristiques des glaciers polaires consiste dans la manière dont ils se terminent au bord de la mer; ils sont taillés à pic et présentent une façade verticale. Ceux des Alpes et de la Norwège n'offrent un caractère analogue que quand ils aboutissent à des escarpements; mais lorsque l'inclinaison du sol n'est pas très-forte, ils se terminent par des surfaces courbes et de forme arrondie que l'on peut gravir avec un peu de difficulté. Ce n'est pas à leur extrémité inférieure que leur puissance est la plus grande; elle va généralement en diminuant à mesure qu'ils s'abaissent vers des régions de plus en plus chaudes, et il n'est guère possible de l'apprécier que par des sondages.

Près de leur extrémité les grands glaciers des Alpes ont une épaisseur de 20 à 30 mètres, et celle des glaciers du Justedal, les plus grands de la Norwège, varie de 10 à 25 mètres. La puissance moyenne des glaciers du Spitzberg est représentée par la hauteur de leur façade verticale: on reconnaît ainsi que dans la baie de la Madeleine, le glacier de l'entrée a 63 mètres de puissance; celui de la presqu'île des Tombeaux 76 mètres, et celui du fond de la baie 36 mètres. Il y en a de beaucoup plus épais; ainsi nous avons vu à Smee-  
renberg, un glacier qui, d'après la mesure du capitaine Phipps, a 90 mètres de hauteur, et Scoresby assigne à celui de Hornsound une élévation de 121 mètres. Néanmoins ces épaisseurs sont moindres que celles des grandes mers de glace des Alpes dans leurs parties élevées; ainsi le glacier de l'Aar paraît avoir en certains points, d'après les expériences de M. Agassiz et de ses compagnons, plus de 200 mètres de puissance. Mais souvenons-nous que les glaciers du Spitzberg n'ont

pour s'alimenter que les neiges provenant d'une petite partie du plateau avec lequel ils communiquent; si la structure des montagnes était différente, ils pourraient être beaucoup plus puissants; c'est à une différence dans la configuration des lieux conjointement avec des différences relatives au climat et à la température de la mer, qu'est due la plus grande épaisseur des glaciers de la baie de Baffin; là on en trouve, d'après le capitaine Ross, qui ont jusqu'à 300 mètres d'élévation.

*Des phénomènes relatifs à la formation et à l'accroissement des glaciers.*

Transformation  
de la neige en  
glace à gros  
grains.

On sait que les glaciers ne sont pas le produit d'une congélation instantanée, mais le résultat d'une série de modifications qui changent la neige en une glace grenue, tendant à devenir de plus en plus compacte; on peut envisager ce phénomène comme un cas particulier de métamorphisme qui se développe pendant un certain nombre d'années, à l'aide de changements alternatifs de température. La neige imbibée d'eau par suite de la fusion superficielle qui se produit en été, se congèle ensuite lorsque le froid de l'hiver pénètre à l'intérieur de sa masse (1); par suite elle s'endurcit et se change en une substance grenue qu'on appelle *névé*; puis les grains de névé s'agglutinent, se cimentent peu à peu à mesure que les particules

(1) Si les champs de neige qui couvrent les hautes montagnes de la zone équatoriale n'engendrent point de glaciers, cela paraît tenir à deux causes principales signalées par MM. de Charpentier et Elie de Beaumont: 1° à la grande sécheresse de l'air et à une puissante évaporation qui ne permet pas aux neiges de s'imbiber d'eau; 2° à ce que la température varie très-peu d'une saison à l'autre et par suite il n'y a point cette alternance de périodes de gel et de dégel qui caractérise nos climats.

d'air dont ils sont mélangés cèdent leur place à de l'eau qui se congèle plus tard; ainsi se forment des noyaux de glace polyédriques, dont les dimensions vont en croissant et s'élèvent jusqu'à plusieurs centimètres. La masse perd insensiblement l'opacité des amas de neige, devient translucide et finit par acquérir l'aspect vitreux de la glace (1). Cependant, en raison de son origine et de ses transformations successives la substance des glaciers ne consiste jamais en une glace tout à fait compacte, mais en une masse poreuse, fissurée par suite des changements de température et criblée de vacuoles contenant de l'air et de l'eau.

Au-dessus de la limite des neiges permanentes, les causes de chaleur sont insuffisantes pour fondre la couche de neige annuelle; par suite la surface des neiges anciennes et déjà partiellement converties en glace est cachée par de la neige plus récente; ce qui pourrait faire supposer que les glaciers s'arrêtent à cette limite, mais bien que n'étant point à découvert, ils s'étendent au-dessous des surfaces neigeuses, et ils sont mis à nu lorsqu'ils viennent aboutir à des escarpements sur le bord

La surface des glaciers n'est à découvert qu'au-dessous de la limite des neiges permanentes.

(1) La transformation de la neige en glace analogue à celle des glaciers, c'est-à-dire formée de grains et de noyaux se manifeste accidentellement dans nos climats au milieu des plaines et même à l'intérieur des villes. Lorsque dans les hivers rigoureux la neige est restée exposée pendant quelques jours à une température inférieure à zéro de plusieurs degrés, s'il survient un changement brusque de température et que de l'eau de pluie pénètre au milieu de la neige, il se produira une congélation à l'intérieur de la masse, qui se transformera en glace grenue. On observe le même phénomène, si la neige imbibée d'eau par une fusion incomplète, se trouve soumise immédiatement après à un froid un peu intense; c'est ce qui a lieu généralement quand le vent passe au Nord, à la suite d'un dégel incomplet.

desquels ils sont sujets à s'ébouler. La portion des glaciers qui se trouve dans cette zone qu'on nomme *la région des névés*, est ordinairement beaucoup plus large que celle située au-dessous, et le grand développement qu'elle offre dans le sens transversal est tout à fait analogue à celui que nous avons signalé en décrivant les dimensions des glaciers du Spitzberg.

Limite supérieure des glaciers.

Il est rare que l'on puisse reconnaître directement jusqu'à quelle hauteur se prolongent les glaciers supérieurs, ou *névés*, sur le flanc des montagnes; cette hauteur doit, en raison de l'exposition et de la forme du terrain, subir des variations analogues à celles de la limite des neiges permanentes. Mais on peut en calculer la valeur moyenne d'une manière approximative: dans les Alpes, à 2.700 mètres au-dessus de la mer, sur la lisière de la zone nivale, la température de l'été est de + 5 à + 6°, et c'est à près de 1000 mètres plus haut qu'elle descend à zéro (en admettant un décroissement de 1° par 170 à 175 mètres). C'est donc au-dessous du niveau de 3.700 mètres que la température estivale se trouve supérieure à zéro, et par suite que la chaleur atmosphérique peut opérer la fusion de la partie superficielle des champs de neige avec assez d'efficacité et pendant un temps assez long pour imbiber la masse sous-jacente et rendre possible sa conversion en glace. Conséquemment les glaciers peuvent se prolonger en dessous des tapis de neige jusqu'à une altitude de 3.700 mètres dans les Alpes (1), mais en perdant peu à peu les ca-

(1) On voit que l'amplitude verticale de la zone des névés ou glaciers supérieurs est d'environ 1000 mètres: ce résultat obtenu par le calcul coïncide à peu près avec celui de l'observation: en effet, Hugi évalue à 940 mètres, dans l'Oberland, la différence de niveau qui existe entre le

ractères de la glace et se confondant insensiblement avec la neige durcie et tassée par la pression. Il peut se former une croûte de glace sur des cimes très-élevés.

Plus haut la surface des champs de neige est encore exposée à la fusion par suite du rayonnement solaire qui agit avec beaucoup d'intensité sur les cimes élevées; mais la quantité d'eau liquéfiée sous cette influence est faible, et il s'en évapore une portion notable en raison de la grande sécheresse et de la raréfaction de l'air. Alors les champs de neige n'éprouvent point une imbibition suffisante pour se transformer en glaciers (1), mais la croûte superficielle qui a été liquéfiée pendant le jour regèle pendant la nuit et forme comme un vernis. C'est ce qui a lieu principalement sur les rochers où dardent les rayons du soleil; aussi, à de très-grandes élévations, beaucoup de pics se montrent enveloppés d'une croûte de glace, lors même que la neige a de la peine à s'y maintenir.

Comme on vient de le voir, la limite des neiges permanentes est une ligue remarquable sous plusieurs rapports; elle sépare deux zones climatiques bien distinctes et se manifeste par l'apparition des glaciers proprement dits; au-dessous, ceux-ci se dépouillent de neige tous les étés, et c'est alors que se montrent à découvert les moraines ou amas de débris pierreux qui se sont éboulés des rochers adjacents.

Dans la région des névés, les crevasses sont rares; elles sont en partie cachées ou comblées par la neige récente; leurs parois n'offrent pas un vif

La limite des neiges permanentes sépare la région des névés de la région des glaciers proprement dits et des moraines.

sommet et la base des névés, et, d'après M. Martins, cette différence est de 1054 mètres sur le col du Mont-Cervin.

(1) Les *séraes* ou cubes de glace qu'observa de Saussure lors de son ascension au Mont-Blanc prouvent qu'il peut encore se former des couches de glace à une très-grande élévation.

éclat et une couleur bleuâtre, comme celles des glaciers inférieurs, mais une teinte verte ou d'un vert-blanchâtre. Les champs de névé occupent une surface beaucoup plus vaste que les glaciers proprement dits; ils ont une étendue indéfinie en largeur: vus de loin, ils ressemblent à une immense nappe de neige déployée à la surface des montagnes, et du sein de laquelle surgissent çà et là quelques pics aigus, semblables à des îlots au milieu d'une mer dont la blancheur est éblouissante.

Lorsque la surface du névé aboutit brusquement à un accident de terrain, à une arête rocheuse, elle présente une ouverture profonde, comme celle que j'ai figurée sur le glacier du Sneehättan, au pied de la muraille abrupte à laquelle il se termine: cette ouverture, qui se rencontre fréquemment sur la partie élevée des glaciers alpins, a reçu le nom de *Bergschrund*, dans la Suisse allemande.

De la formation  
des glaciers du  
Spitzberg.

Les glaciers du Spitzberg se forment dans les mêmes conditions que ceux des pays tempérés, mais leur développement est resserré entre des limites plus étroites; dans la partie septentrionale de cette île, ils ne paraissent pas s'élever à plus de 400 à 500 mètres au-dessus de la mer. Sous ces hautes latitudes, au niveau même de l'Océan, la température atmosphérique n'est supérieure à zéro que pendant deux à trois mois de l'été, et rarement elle s'élève au-dessus de 4 à 5°. On conçoit alors qu'à une altitude de 500 mètres, les causes de chaleur doivent être trop faibles pour produire une liquéfaction suffisante à la surface des champs de neige, d'autant plus que les rayons solaires sont fréquemment interceptés par les brumes épaisses qui, pendant plus de la moitié de l'été, forment comme un voile impénétrable autour des

côtes. Ici les phénomènes de transformation de la neige floconneuse en neige grenue ou névé et du névé en glace poreuse et granulaire se développent sur un espace très-resserré et pendant le laps de temps qu'emploient les glaciers à s'apaiser d'une hauteur verticale de 500 mètres.

Les glaciers polaires se terminent au bord de la mer, à la limite même des neiges perpétuelles, dans une zone climatérique analogue à celle où les glaciers du continent européen passent de l'état des névés à celui des glaciers proprement dits; par suite ils correspondent, ainsi que l'a fait observer M. Martins, aux mers de glace des hautes régions dans les Alpes; leur substance a moins de dureté et de cohésion que celle des glaciers situés au-dessous de la limite des neiges, elle est plus poreuse et moins compacte. Les parties supérieures sont analogues au névé, mais les parties inférieures que l'on peut observer près du rivage, sont formées d'une glace semblable à celle qui constitue les glaciers des Alpes dans la zone où les moraines commencent à poindre à leur surface. Les diverses tranches qui apparaissent successivement au bord de la mer et qui forment la façade terminale, présentent une couleur d'un vert-bleuâtre ou d'un vert émeraude, un peu moins vive que celle des pyramides ou des crevasses sur les glaciers inférieurs de la Suisse. L'intensité de la coloration n'est pas égale sur tous les glaciers, ni sur toute l'étendue d'un même glacier; elle est plus prononcée dans les points où la glace est plus compacte; elle varie en outre suivant l'état de l'atmosphère.

Les glaciers peuvent s'accroître de deux manières, suivant l'altitude à laquelle ils se trouvent ou suivant le climat de la zone atmosphérique en-

Nature de la  
glace qui consti-  
tue les glaciers  
polaires.

Les glaciers ont  
deux modes d'ac-  
croissement.

vironnaute; tant qu'ils sont au-dessus de la limite des neiges permanentes, il s'accroissent à la fois à l'extérieur et à l'intérieur, par superposition et par intus-susception. En effet, la couche de neige qui tombe en hiver à leur surface ne fond pas entièrement en été : la portion restante s'imbibe d'eau, puis elle se congèle et se glacifie dès que la température s'abaisse au-dessous de zéro. D'ailleurs, l'eau provenant de la fusion superficielle n'est pas entièrement perdue pour le glacier, puisqu'une portion sert à cimenter la neige et une partie de celle qui descend plus bas s'arrête encore entre les pores ou fissures capillaires du glacier; elle repasse ensuite à l'état solide, lorsque le froid de l'hiver pénètre dans la profondeur : il en résulte une augmentation de la masse que M. Elie de Beaumont a justement caractérisée par le terme d'intus-susception.

De l'accroissement des glaciers par intus-susception.

Mais il est facile de s'assurer que l'augmentation qu'ils peuvent éprouver par cette espèce de gonflement intérieur est loin de compenser la quantité dont ils diminuent par suite de la fusion superficielle : car la liquéfaction se produit pendant toute la durée de la saison estivale, tandis que la congélation ne peut avoir lieu pendant les nuits d'été que sur une épaisseur insignifiante, sur une fraction de mètre. C'est seulement au printemps que les premiers filets d'eau qui s'infiltrèrent à l'intérieur des glaciers se congèlent en traversant les parties supérieures qui ont été beaucoup refroidies pendant l'hiver et en ramènent promptement la température à zéro par la grande quantité de chaleur latente qu'ils dégagent en passant à l'état solide; puis les courants d'eau qui viennent de la surface remplissent les pores et les fissures du glacier, et une fois qu'il est

imbibé dans toute son étendue, ce qui arrive assez promptement, le produit de la fusion ultérieure est perdu pour lui, car l'eau abandonne le glacier ou se substitue à celle qui s'y trouvait déjà en la forçant à s'écouler; c'est un mouvement circulaire continu, sans augmentation dans la quantité d'eau absorbée, et par suite la consommation que subit le glacier pendant la plus grande partie de l'été ne peut être réparée.

Toutefois, à la congélation des premiers filets d'eau qui s'y introduisent au printemps, il faut ajouter celle de l'eau qui imbibe les couches supérieures de la masse à la fin de l'été et qui repasse à l'état solide à mesure que le froid de l'hiver y pénètre et en abaisse la température au-dessous de zéro. Mais en raison de la faible conductibilité de la glace et de la neige qui la recouvre, la transmission du froid doit s'affaiblir graduellement et devenir insensible à une certaine profondeur : à la vérité, les courants d'air froid qui pénètrent à l'intérieur des glaciers tendent à les refroidir jusqu'à la partie centrale, mais il est peu probable qu'ils puissent en abaisser notablement la température.

Dans tous les cas, l'accroissement des glaciers par intus-susception se produit exclusivement à la fin et au commencement de la saison hivernale; au contraire, les agents calorifiques minent les glaciers pendant tout l'été et leur font subir une diminution d'épaisseur de plusieurs mètres. L'eau ainsi produite forme des ruisseaux à leur surface, y creuse des sillons, des canaux et des cavités de formes diverses jusqu'à ce qu'elle s'écoule à travers les fissures ou les crevasses pour se réunir en un même courant au-dessous d'eux; quelquefois ce courant reparait un instant à leur surface,

comme on le voit sur le glacier du Rhône; mais presque immédiatement après il s'engouffre de nouveau dans leurs entrailles profondes et vient s'échapper à leur extrémité comme un torrent impétueux.

Voûte à l'extrémité inférieure des glaciers.

A sa sortie, ce torrent ronge les glaces qui s'opposent à son passage, et en provoquant des éboulements au-dessus de lui, il donne naissance à une cavité cintrée, en forme de voûte, dont les parois arrondies par les courants d'air qui s'y introduisent, offrent une belle teinte d'azur. J'ai vu des voûtes de ce genre en Norwège comme en Suisse; ainsi il y en a une très-belle à l'extrémité du glacier de Faabergstol (Justedal); elles se ferment en hiver, sont très-petites au printemps et s'agrandissent peu à peu en été. Je n'en ai point vu au Spitzberg et c'est facile à concevoir, car l'eau provenant de la fusion estivale ne forme point de courants d'un gros volume au-dessous des glaciers.

La destruction des glaciers a lieu en dessus et en dessous.

La destruction des glaciers par la chaleur a lieu non-seulement en dessus, mais aussi à la surface inférieure qui est en contact avec les rochers encaissants; à cet égard, l'opinion de Saussure a été confirmée par des recherches plus récentes. Il y a en effet un flux de chaleur qui provient de l'intérieur de la terre et qui arrive au fond des glaciers de même qu'en tous les autres points de la surface terrestre; mais il ne peut fondre, d'après les calculs de M. Élie de Beaumont, qu'une faible épaisseur de glace, qu'une couche ayant au plus 6 1/2 millimètres par an, ou environ 1/2 millimètre par mois, et cela ne forme qu'une très-petite fraction de la couche totale (un mètre environ) qui est fondue chaque année. Cette influence se faisant sentir dans toutes les saisons, donne

naissance, concurremment avec les sources qui peuvent exister sous les glaciers, aux filets d'eau qui s'en écoulent même au milieu de l'hiver. D'après les informations que j'ai prises auprès des habitants des hautes vallées, en Norwège comme dans les Alpes, il s'échappe de l'extrémité des glaciers de petits ruisseaux qui coulent pendant tout l'hiver, mais dont le volume n'est pas comparable à celui des torrents qui en sortent pendant l'été.

D'ailleurs je ferai observer que l'action liquéfiante exercée par la chaleur souterraine sur la surface inférieure des glaciers ne doit pas dépendre exclusivement de la transmission de la chaleur centrale, mais qu'elle doit être augmentée par le concours de la chaleur solaire qui pénètre jusqu'à une certaine profondeur dans la pellicule superficielle de l'écorce terrestre et s'y propage dans toutes les directions. Par conséquent, la fusion qu'éprouvent les glaciers au contact de leur fond, doit varier en raison de leur abaissement au-dessous de la limite des neiges permanentes; elle doit être plus grande dans les régions inférieures où la température moyenne du sol environnant les glaciers est notablement supérieure à zéro, comme cela a lieu près de l'extrémité des glaciers principaux des Alpes et de la Norwège.

Nous avons vu que l'origine des glaciers est la même sous toutes les latitudes; qu'ils se forment comme les dépôts sédimentaires par la superposition de couches successives; aussi offrent-ils une véritable stratification: on y observe une succession de strates dont l'aspect, la texture et la nature physique ne sont pas tout à fait les mêmes; car il y a une alternance de bancs de glace et de bancs de névé. J'ai vu ce genre de stratification

De la stratification des glaciers.

bien marqué dans les Alpes, dans les Pyrénées et en Norwége sur les glaciers des hautes régions qui se trouvent près de la lisière des neiges perpétuelles; on l'observe aussi au Spitzberg, principalement sur les glaciers qui ne se trouvent pas tout à fait au bord de la mer et qui ne sont encore qu'imparfaitement changés en glace; ainsi les couches successives étaient très-clairement marquées sur le petit glacier qui, dans la baie de la Madeleine, dominait le mouillage de la corvette.

Mais à mesure que les glaciers de nos contrées descendent vers des zones climatiques où la température est plus élevée, les parties grenues dont ils sont composés s'unissent plus intimement et se changent en une glace qui tend à devenir de plus en plus compacte: alors les couches superposées prennent une texture plus homogène, un aspect plus uniforme; en même temps la stratification devient de moins en moins distincte et tend à s'effacer complètement.

Néanmoins, à la surface des glaciers inférieurs on remarque des bandes grises, salies par la présence de matières terreuses, que M. Forbes a décrites sous le nom de *dirtbands*; elles se voient à des distances un peu grandes les unes des autres et présentent des courbes allongées, dont la convexité est tournée vers l'aval du glacier. M. Agassiz et d'autres savants les considèrent comme les affleurements des diverses couches de névé, qui se sont peu à peu transformées en glace. M. Forbes, au contraire, les considère comme n'ayant aucun rapport avec l'ancienne stratification des névés, mais comme prenant naissance par suite de l'inégale vitesse des parties centrales et latérales des glaciers; il leur attribue la même origine qu'aux bandes

Bandes terreuses  
à la surface des  
glaciers.

bleues dont nous parlerons un peu plus loin.

Les couches ou bandes successives dont se composent les glaciers, présentent quelquefois, au Snehätan, par exemple (*Pl. I, fig. 4*), des inflexions et des contournements qui ressemblent un peu aux plissements des roches schisteuses et qui ont pris naissance dans des conditions analogues, par suite des pressions auxquelles est soumise pendant son mouvement la masse de glace grenue et douée d'une certaine plasticité.

Dans le mémoire qu'a publié l'un des membres de la commission du Nord (1), il dit que les glaciers qui bordent la côte du Spitzberg communiquent avec ceux de l'intérieur du pays; mais il est probable qu'il n'y en a pas ailleurs que sur la région littorale: l'énorme massif de rochers qui constitue le Spitzberg et se présente comme un plateau inégal, élevé de 800 à 1.200 mètres, me paraît peu favorable à la formation de glaciers intérieurs. Les conditions météorologiques qu'elle nécessite ne peuvent être réalisées sur le haut de ce plateau, mais seulement sur le rivage et à une faible hauteur au-dessus de la mer; aussi, dans des excursions que j'ai faites autour des montagnes de la baie de la Madeleine, je n'ai trouvé, à la hauteur de 400 mètres et au-dessus, rien que de la neige molle et floconneuse, dans laquelle on enfonçait profondément. A la vérité, sur quelques pentes de rochers, j'ai remarqué de petites croûtes de glace, comme on en voit aussi dans les Alpes; cela n'a rien d'étonnant, car le soleil peut fondre aisément la partie superficielle de la couche de neige qui recouvre le flanc des rochers.

Il ne peut pas y  
avoir des glaciers  
dans l'intérieur  
du Spitzberg.

(1) Bibliothèque univ. de Genève, juillet 1840.

Aspect de l'intérieur du Spitzberg.

A une élévation de 4 à 500 mètres, on voit les glaciers disparaître sous une immense linceul de neige. Les pics situés au premier plan ont une partie de leurs flancs à découvert; mais ceux du second plan élèvent seulement leurs sommets au-dessus de l'enveloppe neigeuse qui s'étend par-dessus les montagnes de l'intérieur, les recouvre entièrement et cache la plupart des plateaux (1); en sorte que, vu d'une distance de quelques lieues en mer, le Spitzberg n'offre plus qu'un rideau blanc, un peu dentelé, dont les saillies sont formées par les cimes couvertes de neige. On reconnaît alors que la partie centrale est plus élevée que les montagnes qui bordent la mer et dont les flancs escarpés sont en partie dépouillés de neige. Ces montagnes forment une ligne comparativement beaucoup plus basse, que l'œil n'aperçoit plus, lorsqu'il en est un peu éloigné; mais il voit encore se dérouler un immense horizon de neige, sous lequel sont ensevelies toutes les montagnes de l'intérieur.

(1) En Norwège, le spectacle de quelques fields couverts de nêvé, ceux du Justedal, par exemple, m'a rappelé le Spitzberg; il y a aussi dans les Alpes un massif rocheux dont l'aspect peut en donner une idée faible et imparfaite, c'est le massif du Mont-Rose, qui par sa configuration offre un peu plus d'analogie que les autres parties des Alpes avec les montagnes du Spitzberg et de la Norwège; on y voit les hautes cimes surgir de dessus des plates-formes élevées et ondulées, mais beaucoup moins étendues que celles du nord de l'Europe; elles se trouvent à une altitude d'environ 3.000 mètres et sont couvertes d'une nappe de glace et de neige presque continue, qui s'étend au-dessus des plus hautes sommités du Mont-Rose; l'éclat et la blancheur de ces neiges contrastent avec la teinte sombre de quelques pics aigus, tels que le Mont-Cervin, dont les flancs sont trop escarpés pour que la neige puisse s'y maintenir.

A ces latitudes élevées les rayons du soleil sont réfléchis par les surfaces neigeuses sous une faible inclinaison; ils passent des couches d'air les plus denses et les plus refroidies par la neige à des couches plus chaudes et plus légères; ils éprouvent une série de réfractions, puis se réfléchissent en produisant un mirage: ces effets ont lieu fréquemment pendant les jours sereins sur les champs de neige, et aussi sur les champs de glace flottante. Les rayons solaires colorent la nappe de neige d'une teinte jaune d'or; les objets situés dans le lointain apparaissent renversés, sous des formes bizarres et fantastiques, se modifiant quelquefois d'un instant à l'autre. Il est impossible de ne pas être saisi d'admiration en présence du spectacle magique que l'on voit se développer sur une scène immense et dans des proportions gigantesques; alors l'imagination se transporte dans des régions inconnues, et le navire qui nous emporte semble voguer vers un monde tout différent de celui que nous habitons.

Les glaciers du Spitzberg présentent dans leur forme et dans leur aspect beaucoup plus de simplicité que ceux des Alpes et de la Norwège; ceux-ci se voient dans toutes sortes de positions et affectent des formes différentes suivant la déclivité du terrain qui les supporte. Il en est (les glaciers supérieurs) qui sont adossés à la crête des montagnes; d'autres se déroulent sur des pentes très-diverses et se moulent pour ainsi dire sur les ondulations du terrain; fréquemment ils sont hérissés d'aiguilles ou de pyramides. Quelques-uns, comme celui de l'Aar, occupent le fond plat et régulier d'une haute vallée; leur surface unie ressemble alors à un plancher de glace un peu bombé et n'offrant que de légères ondulations.

De la forme des glaciers du Spitzberg.

C'est à ce dernier genre que l'on peut comparer les glaciers du Spitzberg, du moins quant à la forme : leur surface est très-unie, quelquefois presque plane. Habituellement elle a une courbure moins prononcée que celle des glaciers de nos régions, ce qui provient en partie d'un plus grand développement en largeur; elle est fréquemment convexe, mais quelquefois concave. Rappelons ici que la convexité est un des caractères essentiels aux glaciers inférieurs de la Suisse et de la Norvège; c'est une conséquence de la fusion que produit sur les côtés la chaleur réfléchie et rayonnée par les parois des rochers encaissants. Au Spitzberg, cette cause agit avec peu d'intensité; il en est de même en Norvège, dans les Alpes et les Pyrénées, pour la partie des glaciers qui se trouve au-dessus de la limite des neiges perpétuelles; aussi la surface des névés se distingue de la surface convexe des glaciers inférieurs, en ce qu'elle présente des parties planes, concaves ou convexes, suivant la configuration du terrain. Cependant la forme concave s'y montre plus fréquemment; et, bien que ce caractère de la concavité ne soit pas susceptible d'une grande précision, cependant on l'a proposé comme un moyen de distinguer la région des névés de celle des glaciers proprement dits.

Les glaciers du Spitzberg offrent rarement des pyramides ou des aiguilles.

Lorsque les glaciers de la Suisse et de la Norvège ont une déclivité un peu forte, supérieure à 20 ou 25°, ils se hérissent habituellement d'aiguilles ou de pyramides; on en voit, en Norvège, sur la partie inclinée des glaciers du Justedal (sous 62° de latitude); il y en a, d'après Wahlenberg, sur les glaciers du Sulitelma, en Laponie (sous le cercle polaire), et aussi sur des glaciers de l'Is-

lande (sous le 62° degré de latitude); mais il est très-rare d'en voir sur les glaciers du Spitzberg, vu que leur inclinaison est presque toujours faible. La raison de cette différence est facile à comprendre, car les aspérités en forme de prismes, d'obélisques, de cônes, etc., que l'on voit sur beaucoup de glaciers du continent résultent du croisement de plusieurs lignes de rupture qui divisent la masse en gros fragments prismatiques : si la surface du terrain est très-inclinée, inégale ou couverte d'aspérités, le glacier qui la recouvre et qui s'avance d'un mouvement progressif, se disloque en passant brusquement d'un niveau à un autre, car alors la tension à laquelle il est soumis surpasse la cohésion de ses différentes parties; il se divise en une multitude de prismes qui s'aminçissent peu à peu par le haut et se changent en pyramides ou en cônes par la fusion qui s'opère principalement à leur partie supérieure.

Le crevassement des glaciers, l'aspect bouleversé de leur surface, sont en rapport avec les caractères d'accidentation de leur fond, mais la forme pyramidale ou conique de leurs aspérités est le résultat de la fusion; aussi dans les parties inférieures des glaciers alpins, où la chaleur atmosphérique agit avec plus d'intensité, les pyramides sont plus belles et mieux formées, mais les aspérités sont plus fréquentes dans les parties un peu élevées où le sol est plus inégal et plus fortement incliné. A la limite des neiges et au-dessus, les parties très-déclives des glaciers se divisent encore en masses prismatiques, mais il est rare qu'il se forme des pyramides ou des aiguilles.

Comme les glaciers du Spitzberg, au lieu de se mouvoir sur un sol accidenté, ont généralement une

pente douce et uniforme, leur surface n'est point hérissée d'aspérités, comme celle des glaciers alpins et scandinaves; d'ailleurs, en raison de la différence de climat, il ne pourrait s'y former des pointes aussi aiguës. Cependant on observe quelquefois des pyramides sur certains glaciers qui se trouvent dans des conditions favorables sous le rapport de l'inclinaison et de l'exposition aux rayons solaires; ainsi j'en ai remarqué sur l'un des glaciers de Fairhaven, et à Bellsound, il y en avait quelques-unes sur le glacier du fond de la baie. Si le climat du Spitzberg était moins rigoureux et permettait aux glaciers de se former à une élévation de 800 à 1.000 mètres, ceux que nous voyons au bord de la mer s'étendraient jusqu'à la crête des montagnes de la région littorale, ils acquerraient alors un plus grand développement en longueur, présenteraient des inclinaisons très-diverses et pourraient offrir des aiguilles comme ceux de la Suisse.

Bien que la surface extérieure des glaciers polaires paraisse très-unie et presque plane, lorsque l'on monte dessus, on y voit d'immenses crevasses qui ont une disposition beaucoup plus régulière et plus constante que les fentes des glaciers alpins; ces dernières sont disposées dans des sens divers, elles vont en rayonnant à leur extrémité, mais plus haut elles tendent à former des courbes transversales dont la convexité est tournée vers amont. Dans les glaciers que j'ai examinés sur la côte Nord-Ouest du Spitzberg, les fentes m'ont paru presque toutes dirigées transversalement, c'est-à-dire perpendiculairement à la ligne de la plus grande pente, et par suite dans un sens parallèle à la façade des glaciers ou au rivage de la mer. Beaucoup de ces fentes se prolongent sur une

Les glaciers du Spitzberg sont divisés par de nombreuses crevasses.

grande longueur, et j'en ai même vu sur le glacier de la presqu'île des Tonbeaux (baie de la Madeleine), qui paraissent s'étendre d'un côté à l'autre du glacier. Elles ont quelquefois plusieurs mètres de largeur et une profondeur de 20 mètres ou plus; généralement elles vont en se rétrécissant par le bas: ces fentes divisent les glaciers par tranches dont l'écartement paraît augmenter un peu à mesure qu'elles sont plus rapprochées du bord de la mer.

Plusieurs causes paraissent concourir à la formation des crevasses, mais leur disposition trans-  
De la formation des crevasses.  
 versale montre que l'action de la gravité joue le principal rôle dans ce phénomène: le poids des glaciers tend à les entraîner vers la mer et y détermine des ruptures dans un sens perpendiculaire à la pente du terrain. La manière dont s'effectue le mouvement inégal des différentes parties des glaciers et dont se répartissent les tensions à l'intérieur de ces masses produit la courbure légère que présentent les crevasses des glaciers alpins et scandinaves, mais les fentes que l'on voit sur ceux du Spitzberg n'ont paru moins s'écarter de la rectilignité et du parallélisme.

Je signalerai ici une cause qui doit contribuer à la formation des crevasses et des fentes de diverses grandeurs, surtout au Spitzberg; elle consiste dans la succession des dilatations et contractions qui ont lieu chaque année dans la masse des glaciers. Pendant les froids si intenses de l'hiver, l'intérieur des glaciers polaires doit s'abaisser à une température de  $-25^{\circ}$  à  $-30^{\circ}$ ; puis à l'approche de l'été leur partie supérieure doit se réchauffer graduellement et il doit arriver une certaine époque où l'intérieur est encore

à  $-10^{\circ}$  ou  $-12^{\circ}$ , tandis que la couche superficielle est déjà à une température voisine de zéro. La masse des glaciers se trouve donc alors dans un état de tension, puisque le dessus tend à se dilater et que l'intérieur est encore contracté par la basse température qui y règne. Un effet inverse a lieu à la fin de l'été; alors c'est la partie supérieure qui se contracte, tandis que les couches situées au-dessous restent dilatées. Evidemment cet état de tension affaiblit la ténacité et facilite les disjonctions que tend à produire l'action de la pesanteur; alors il se forme des fentes qui s'élargissent peu à peu par suite du mouvement des glaciers. Il faut ajouter que tous les petits accidents présentés par le relief du terrain, doivent modifier la forme des crevasses, ou en provoquer de nouvelles: mais cette cause, dont les effets se manifestent sur la plupart des glaciers alpins et qui donne souvent à leurs crevasses un aspect un peu irrégulier, agit moins efficacement sur les glaciers du Spitzberg; leurs fentes conservent une plus grande régularité dans leur direction et leur manière d'être.

*De l'inclinaison et de la limite inférieure des glaciers.*

De l'inclinaison  
des glaciers en  
général.

La surface supérieure des glaciers offre dans les Alpes et en Norvège des inclinaisons très-variées: habituellement leur extrémité inférieure a une forme arrondie et une pente un peu forte qui varie de  $15^{\circ}$  à  $25^{\circ}$ : c'est en général un peu en amont de l'extrémité que la surface est le plus unie et le moins inclinée (de  $3^{\circ}$  à  $7^{\circ}$ ); puis à l'approche des crêtes, là où les glaciers proprement dits tendent à passer aux névés, la déclivité augmente et

surpasse quelquefois  $30^{\circ}$ . Cette succession des pentes est assez générale, on l'observe sur beaucoup de grands glaciers, sur ceux des Bois, du Rhône, de l'Aar, etc., dans les Alpes; sur ceux de Lodals, de Nygaard, de Berset en Norvège. Cependant, il y a des glaciers qui ont une déclivité un peu forte dans presque toute leur étendue, ainsi les glaciers des Bossons, de l'Allée Blanche, de Viesch, de Grindelwald, etc., et un grand nombre de glaciers du second ordre dans les régions tempérées et boréales.

Il est peu de glaciers dont la pente surpasse  $35^{\circ}$  à  $40^{\circ}$ , et je n'en ai pas vu qui soient inclinés sur une étendue notable de plus de  $45^{\circ}$ ; souvent il y en a sur des flancs de montagnes qui semblent être presque à pic, mais leur inclinaison réelle est beaucoup moindre qu'elle ne paraît l'être quand on les regarde du fond des vallées: au delà d'une certaine limite, qui probablement n'excède pas beaucoup  $45^{\circ}$ , les glaces ne pourraient plus se soutenir et s'ébouleraient sur elles-mêmes. D'ailleurs, les glaciers dont la pente est supérieure à  $30^{\circ}$ , sont divisés dans toute leur largeur par des crevasses très-rapprochées et souvent ils sont entièrement disloqués.

Inclinaison maximum des glaciers.

J'ai mesuré, au Spitzberg, en Norvège et dans les Alpes, les pentes de beaucoup de talus de neige molle et pulvérulente, talus formés par des avalanches et présentant des arêtes rectilignes; ces pentes variaient entre  $30^{\circ}$  et  $34^{\circ}$  (1). Mais quand la neige a été fortement tassée, ou bien quand

Inclinaison des talus de neige.

(1) J'ai déterminé sur d'anciennes carrières d'ardoises l'inclinaison des talus formés de menus débris de roches schisteuses; l'angle définitif qu'ils acquièrent après être restés longtemps exposés à l'influence des agents atmos-

elle a été imbibée d'eau et agglutinée par la congélation, elle peut se soutenir sur des pentes bien plus fortes.

Inclinaison minimum de la surface supérieure des glaciers.

La surface supérieure des glaciers ne présente jamais une horizontalité parfaite; elle a constamment une certaine inclinaison qui ne paraît pas susceptible de s'abaisser au-dessous de certaines limites: ainsi, M. Elie de Beaumont qui, par la mesure des pentes, a su éclaircir des questions très-importantes de la géologie, a déterminé l'inclinaison de plusieurs glaciers et n'en a vu aucun qui se meuve sur une étendue un peu grande avec une pente notablement inférieure à 3°. Les glaciers que j'ai eu l'occasion d'observer dans les Alpes, en Scandinavie et au Spitzberg m'ont fourni la confirmation du même fait. Celui de Lodals est un des moins inclinés que j'aie vus en Norwège; dans une portion de sa longueur, il a une pente de 3° seulement, mais son inclinaison moyenne est beaucoup plus considérable et s'approche de 8°. Il en est ainsi pour la plupart des grands glaciers des Alpes: considérons, par exemple, celui d'Aletsch qui est le plus long de tous et celui qui se rapproche le plus de l'horizontalité; sur une grande partie de sa longueur, il n'est incliné que de 3°, mais si l'on détermine sa pente moyenne pour toute son étendue, depuis le haut des névés de la Jungfrau, du Moine, etc., jusqu'à son extrémité inférieure, sur une longueur d'environ 2 myriamètres et une élévation verticale de plus de 2.000 mètres, on trouve que cette pente est d'environ 6°; de même on trouverait 7 à 8° pour la pente moyenne du glacier de l'Aar.

phériques est en moyenne de 33°; il se rapproche beaucoup de l'angle des talus de neige.

Les glaciers du Spitzberg qui se terminent par une façade verticale ont généralement une pente peu considérable qui varie de 3 à 6 et 8°; quand ils s'élèvent sur le flanc des montagnes, leur partie supérieure présente une inclinaison un peu plus forte; mais ceux qui ont une longueur de 2 à 3 kilomètres conservent une pente douce dans presque toute leur longueur.

Inclinaison des glaciers du Spitzberg.

Jusqu'à présent on a peu de données sur la pente de la surface inférieure des glaciers; on ne peut la mesurer directement, mais on peut en apprécier la valeur moyenne et les variations générales: d'abord il est facile de voir que, pour la plupart des glaciers, les pentes des surfaces supérieures et inférieures sont les mêmes, si on les détermine pour toute leur étendue, depuis l'extrémité jusqu'au point où les plus hauts névés se terminent sur le flanc ou la crête des montagnes. Ces pentes varient d'ailleurs à peu près de la même manière, mais pas de quantités égales; elles sont d'abord très-fortes dans la région des névés, puis elles diminuent dans la région des glaciers proprement dits.

Inclinaison de la surface inférieure des glaciers.

Pour connaître exactement la pente du fond, depuis un point donné jusqu'à l'extrémité, il faut déterminer l'épaisseur du glacier en ce point: or, c'est à l'endroit où viennent converger les divers affluents que l'épaisseur doit en général acquérir sa valeur maximum. Depuis l'origine jusqu'à ce confluent, la pente du fond est plus forte que celle de la surface extérieure, mais depuis là jusqu'à l'extrémité, elle est plus faible; et la différence, tant dans un sens que dans l'autre, dépend de la puissance du glacier: or, à moins de supposer cette puissance énorme, la pente du fond ne

peut devenir très-petite comparativement à celle de la surface supérieure.

Comme les glaciers se meuvent sous l'action de la pesanteur, il est probable qu'il y a une inclinaison minimum au-dessous de laquelle leur mouvement est impossible, les forces de frottement faisant alors équilibre à la gravité; M. Hopkins a reconnu qu'une masse de glace qui fond à sa surface inférieure peut glisser sous des angles peu considérables; mais d'après ses expériences elle ne glisse sous un angle un peu inférieur à  $1^{\circ}$  (de  $40'$ ), que dans le cas où la table de grès qui la supporte est unie, non raboteuse. Or, le cas d'un cube de glace glissant sur une table de grès unie et n'éprouvant aucun obstacle latéral, n'est pas tout à fait assimilable au mouvement des glaciers dont le fond est inégal et dont les parois, quelquefois très-sinueuses, présentent des étranglements et des élargissements; aussi je ne pense pas que la pente minimum du fond sur lequel peuvent se mouvoir les glaciers soit de beaucoup inférieure à  $1$  degré.

Du niveau auquel peuvent s'abaisser les glaciers.

Nous avons vu que le développement des glaciers dépend de plusieurs circonstances, du climat, de la forme et de l'élévation des montagnes, ou bien de la superficie, de la disposition et de la hauteur des bassins glaciériques: il y a deux éléments qu'il est indispensable de prendre en considération, quand il s'agit d'apprécier le développement des glaciers ou leur importance relative, ce sont leur étendue en longueur et le niveau auquel ils s'abaissent. Des glaciers très-puissants peuvent s'arrêter à des niveaux un peu élevés, si leur inclinaison est faible, tel est le glacier de l'Aar qui ne descend qu'à  $1.850$  mètres au-dessus

de la mer, quoique sa longueur soit d'environ  $16$  kilomètres; cela tient à ce qu'un glacier qui se meut sur un fond peu incliné avance en général plus lentement et principalement à ce qu'il a plus de chemin à parcourir pour s'abaisser d'une certaine hauteur,  $1.000$  mètres par exemple. On conçoit alors que ce ne sont pas les glaciers les plus puissants qui descendent au niveau le plus bas; ainsi de tous ceux que l'on connaît en Suisse et en Savoie, c'est celui de Grindelwald qui à l'extrémité la plus rapprochée du niveau de la mer, bien qu'il le cède en puissance à beaucoup d'autres; mais il a un trajet beaucoup moins long à parcourir, et il lui faut moins de temps pour arriver à un niveau de  $1.050$  mètres qu'à celui de l'Aar pour s'abaisser à  $1.850$  mètres.

En général, la consommation d'un glacier ne devient complète qu'au bout d'un certain nombre d'années; par conséquent, à égalité de puissance, celui qui se meut le plus vite et qui s'avance sur le sol le plus incliné devra s'abaisser le plus bas (1): on comprend ainsi que le glacier de Lodals, le plus grand de la Norvège, s'arrête à un niveau de  $514$  mètres, tandis que celui de Nygaard, qui a une longueur beaucoup moindre, descend jusqu'à  $330$  mètres.

Un autre fait rend sensible l'influence de la pente sur l'extension des glaciers: on voit, soit dans les Alpes, soit dans le nord de l'Europe, un grand nombre de glaciers s'étendre le long des gorges latérales jusqu'à l'endroit où ils débouchent dans la vallée centrale, mais ils s'y avancent à

(1) Les moraines superficielles qui couvrent certains glaciers sur une partie de leur largeur atténuent la dégradation qu'exercent sur eux les agents calorifiques extérieurs et leur permettent de descendre à un niveau plus bas.

peine, parce qu'alors la pente devient beaucoup plus faible et qu'ils sont plus exposés à l'influence des vents chauds. Nous avons vu aussi que dans le nord de la Scandinavie et en Islande beaucoup de glaciers s'étendent jusqu'aux plages littorales, mais sans s'avancer à leur surface.

Le développement des glaciers peut être représenté par leur longueur et leur amplitude verticale.

En outre il est facile de concevoir que les glaciers qui descendent à un niveau moins bas peuvent avoir une étendue en longueur plus grande que les autres, car ils restent dans des zones climatiques dont la température est moins élevée, et peuvent résister pendant un plus grand nombre d'années à l'action destructive des causes de chaleur; il est vrai que vu leur moindre déclivité, ils doivent en général se mouvoir plus lentement.

Le développement des glaciers est donc représenté par deux éléments, la longueur et l'amplitude verticale, ou la différence de hauteur entre leur origine et leur extrémité; en faisant le produit de ces deux éléments, on peut établir une comparaison entre les différents glaciers, voir la colonne du tableau ci-après, page 62 (1). On reconnaît ainsi que le glacier d'Aletsch doit être mis en tête de tous les glaciers des Alpes, que celui des Bois sur-

(1) J'ai obtenu les produits inscrits dans le tableau de la page 62 en prenant pour amplitude verticale la différence de hauteur entre la limite des neiges perpétuelles et l'extrémité inférieure des glaciers; comme il est rare que l'on puisse savoir exactement jusqu'à quelle élévation se prolongent les glaciers, j'ai préféré prendre pour niveau supérieur de leur amplitude une ligne fixe correspondant à une zone climatique bien déterminée. D'ailleurs les nombres auxquels je suis arrivé n'expriment que des rapports de grandeur approximatifs et ne représentent point des relations mathématiquement exactes. Les glaciers qui correspondent aux nombres les plus forts sont en général les plus puissants, mais il n'y a pas de proportionnalité, pour beaucoup de motifs très-faciles à concevoir.

passe de beaucoup celui de l'Aar, etc. Le glacier de Lodals, le plus grand de la Norvège, serait à celui d'Aletsch dans le rapport de 10.269 : 26.000. Celui de la Maladetta, le plus considérable des glaciers pyrénéens, est à ceux de Lodals et d'Aletsch comme 1.114 est à 10.269 et à 26.000.

On peut employer ce mode de calcul pour comparer aux glaciers actuels ces anciens glaciers nommés diluviens, que plusieurs savants supposent avoir rempli les grandes vallées des Alpes immédiatement avant la période humaine et s'être étendus jusqu'au Jura. Le glacier diluvien de la vallée du Rhône aurait eu environ 22 myriamètres de longueur et une amplitude verticale de 2.300 mètres depuis le niveau du lac de Genève jusqu'à la limite des neiges permanentes, si elle avait eu alors la même altitude qu'aujourd'hui; son développement serait alors représenté par le nombre 506.000 qui exprime un rapport de grandeur, de même que les autres nombres inscrits à l'avant-dernière colonne du tableau de la page 62: mais comme à cette époque le climat devait être plus froid, supposons qu'on abaisse de mille mètres la limite des neiges, alors au lieu de 506.000, on aura seulement 286.000, ce qui correspond néanmoins à un développement plus de dix fois supérieur à celui du glacier d'Aletsch. Cet immense courant de glace aurait eu une puissance beaucoup plus grande que les glaciers actuels, mais non proportionnelle à son développement général; elle eût été de près de mille mètres dans une partie du parcours, d'après la hauteur à laquelle s'étendent au-dessus du fond de la vallée les traces d'érosion et les débris erratiques: c'est environ cinq fois l'épaisseur que paraît avoir actuellement le glacier de l'Aar. Il est remarquable que cette

Comparaison des glaciers actuels avec ceux que l'on suppose avoir existé avant la période humaine.

puissance de mille mètres n'aurait éprouvé qu'une diminution très-minime depuis l'origine jusqu'à l'extrémité du glacier.

Du changement de climat qu'exigerait l'extension attribuée aux glaciers diluviens.

Si l'on parvient à démontrer qu'à une certaine époque le glacier de la vallée du Rhône a pris une extension de plus de 20 myriamètres, qu'il a acquis une puissance de plus de mille mètres, il faudra en conclure que le climat devait alors différer notablement de ce qu'il est maintenant. Néanmoins des personnes ont pensé que (1), le niveau de la plaine suisse se trouvant seulement à 700 mètres au-dessous de l'extrémité inférieure des glaciers les plus bas, un refroidissement peu considérable de 2 ou de 4° seulement suffirait pour abaisser l'extrémité des glaciers jusqu'au niveau du lac de Genève et leur permettre de s'étendre jusqu'au Jura; mais cette opinion me paraît inadmissible. Si en effet, parmi les glaciers actuels, il en est dans les Alpes qui s'abaissent jusqu'à 1120 mètres au-dessus de la mer, c'est qu'ils ont une pente de plusieurs degrés et n'ont à parcourir pour arriver à ce niveau qu'une distance inférieure à 2 myriamètres; mais la distance qui sépare le Jura de l'extrémité actuelle du glacier du Rhône est de plus de 21 myriamètres, et l'inclinaison moyenne du sol est inférieure à un demi-degré.

Indépendamment des autres difficultés que présente l'hypothèse glaciaire et que j'ai exposées ailleurs (2), je n'évalue pas à moins de mille mètres l'abaissement de niveau minimum qu'aurait dû éprouver la limite des neiges perpétuelles pour

(1) Bull. de la Soc. géol. de France, 2<sup>e</sup> série, t. IV, p. 150.

(2) Voyages en Scandinavie, Géographie physique, t. I, 2<sup>e</sup> partie, p. 160 et Bulletin de la Soc. géolog., 2<sup>e</sup> série, t. IV, p. 86.

que les glaciers pussent descendre dans le bassin qui sépare les Alpes du Jura.

Quant aux phénomènes erratiques du nord de l'Europe, auxquels une théorie semblable a été appliquée, la formation et le développement des glaciers sur les plateaux bas et unis de la Scandinavie méridionale exigerait, abstraction faite de toute autre difficulté, un abaissement des neiges permanentes d'au moins 1500 mètr.; car dans le sud de la Suède et de la Finlande, l'altitude de la limite actuelle peut être évaluée à 1800 mètres, et si, par une cause quelconque, elle était abaissée de 1500 mètres, c'est à peine si quelques éminences isolées, telles que le Kinnekulle, atteindraient la région des neiges. Or, en admettant une diminution de température de 1° par 170 mètres d'élévation dans l'atmosphère, la limite des neiges ne pourra s'abaisser de 1000 mètres dans les Alpes, et de 1500 mètres en Scandinavie, que par un refroidissement de 6° dans le premier cas, et de 9° dans le second.

J'ai réuni dans un même tableau les dimensions, les niveaux, et en général les éléments les plus importants de quelques-uns des principaux glaciers qui se trouvent dans les hautes régions montagneuses de notre hémisphère, dans les Pyrénées, le Caucase, les Alpes, la Scandinavie et le Spitzberg. En examinant ce tableau, on reconnaît facilement quelles conditions sont nécessaires pour que les glaciers acquièrent un grand développement: on peut se convaincre qu'il y a dans ce phénomène, ainsi que je l'ai exposé, combinaison d'un grand nombre d'éléments, du climat, de l'exposition, de la forme et de l'étendue des bassins glaciériques, de l'élévation des montagnes, de la déclivité du terrain, etc.

TABLEAU COMPARATIF DES PRINCIPAUX GLACIERS DE L'HÉMISPHERE BORÉAL.

RÉGIONS montagneuses.	LATI- TUDES.	ALTITUDE de la limite des neiges perpé- tuelles.	MONTAGNES auxquelles sont adossés les glaciers.			ÉLÉMENTS PRINCIPAUX DES GLACIERS.						OBSERVATIONS GÉNÉRALES sur les glaciers, sur leur situation, sur la forme et l'étendue de leurs bassins.	
			Noms des montagnes.	Élévation au-dessus du niveau		Noms des glaciers.	Inclinaison Exposition.	Longueur.	Largeur moyenne après la réunion des divers affluents.	Altitude de l'extrémité inférieure.	Amplitude verti- cale ou différence de hauteur entre la limite des neiges et l'extrémité.		Produit de la longueur et de l'am- plitude verticale.
				de la mer.	de la limite des neiges.								
Les Pyrénées.	42° 30'	2.800 m.	La Maladetta.	3.400 m.	600 m.	Gl. de la Maladetta.	Très-incl.	environ 2 <sup>k</sup> , 2.	environ 10.000 m.	2.280	520	(1)	C'est un glacier du second ordre, bien qu'il soit le plus grand des Pyrénées; il est formé par les névés qui couvrent le penchant septentrional de la Maladetta.
Le Caucase.	42° 30'	Limite sur la Kasbek : 3.100 m.	La Kasbek.	4.500 m.	1.400 m.	Gl. de Desdaroki. Gl. principal de Niho.	Pente forte Idem	" " "	1.930 2.730	1.170 370	" "	"	Il y a sur les flancs du massif de la Kasbek plusieurs autres glaciers qui ont été décrits par M. Kolenati. Celui de Desdaroki est le plus considérable de tous.
Les Alpes.	45° 30'	2.700 m.	Massif du Mont-Blanc. Pics situés à l'Est du Mont-Blanc.	Hauteur moyenne		Gl. des Bois.	50° près l'extré- mité à l'Est dans la partie moyenne 90° vers l'Est	environ 15 <sup>k</sup> , 0.	A la mer de glace de Cha- mouni, 7 à 800 m	1.120	1.580	23.700	Bassin très-étendu et très-élevé, comprenant trois cirques principaux, ceux du Taléfre, du Léchaud et du Tacul; c'est le plus grand glacier du massif du Mont-Blanc.
			Le Mont- Blanc.	4.800 m.	2.100 m.	Gl. des Bossons. Gl. de la Brenva.	Pente forte Pente m. forte	environ 8 <sup>k</sup> , 0. 5 <sup>k</sup> , 0.	Près de l'extrém. 7 à 800 m	1.115	1.585	12.680	Les champs de neige qui couvrent le versant septentrional du Mont-Blanc alimentent le glacier des Bossons et celui de Taconnay.
			Gl. de la Brenva.	4.800 m.	2.100 m.	Gl. de la Brenva.	Pente m. forte	environ 5 <sup>k</sup> , 0.	1.200	1.350	1.350	6.750	Le glacier est formé par les champs de neige qui couvrent le versant méridional du Mont-Blanc, son bassin ne présente point de grands cirques comme celui du glacier des Bois.
			Massif des montagnes de Grindelwald, la Jungfrau, le Moine, etc.	Hauteur moyenne		Gl. de Grindel- wald. Gl. d'Aletsch.	Pente forte Pente de partir grand de 5 à 10° pente m. de 5 à 10°	environ 5 <sup>k</sup> , 0. 50 <sup>k</sup> , 0.	" "	1.050 1.850	1.600 1.300	8.000 26.000	Le glacier de Grindelwald a un bassin peu étendu; il ne descend à un niveau très-bas qu'à cause de sa forte déclivité.
Les Fields Scandinaves.	61° 43'	1.635 m.	Lodalskaabe (cime culminante)	2.050 m.	395 m.	Gl. de Lodals.	Pente de partir de 70° à l'extrém. 30° au mi- lieu 13 à 14° à la base le haut, p. moyenne	environ 9 <sup>k</sup> , 0.	7 à 800	814	1.141	10.269	C'est le glacier le plus grand de la Norvège; il est formé par la réunion de trois affluents qui descendent du haut d'un plateau couvert de névés.
			Plateau du Justedal	Hauteur moyenne		Gl. de Nygaard. Gl. du fond de Bersel.	50° vers le haut puis 90° à l'extrém.	environ 6 <sup>k</sup> , 0. environ 4 <sup>k</sup> , 5.	1.000 600	330 461	1.325 1.194	7.950 5.373	Ce glacier est simple, couché dans un petit vallon latéral; c'est de tous les glaciers de la Norvège celui qui descend le plus bas au-dessous de la limite des neiges perpétuelles.
			Pic le plus élevé du Sulitelma. — Plateau du Sulitelma.	1.884 m.	874 m. Partie haute	Gl. de Salojegna.	40° vers le haut puis 37° et 35° vers le haut	environ 4 <sup>k</sup> , 0.	environ 2.000 m.	780	230	920	Ce glacier occupe l'extrémité d'un petit vallon, son bassin est peu étendu et a surface convexe.
Le Spitzberg.	79° 33'	0	Baie de la Madeleine. — Cimes en- courageantes.	800 m.	800 m.	Gl. du fond de la baie Gl. de la pres- qu'île des tombeaux.	Pente m. à l'extrém. 40° près de l'extrém. 80° en es-	1.700 m. 1.800	1.680 1.800	" "	" "	Ces glaciers occupent le pied des dépressions qui existent entre les pics du littoral, ils s'abaissent jusqu'au bord de la mer.	

(1) Les nombres abstraits inscrits dans l'avant-dernière colonne de ce tableau expriment des mètres par kilomètre de longueur et 1 mètre d'amplitude verticale.

produit entre les différents glaciers comparés à une unité conventionnelle, savoir, un glacier qui

*Phénomènes des moraines.*

Origine  
des moraines.

Les glaciers étant animés d'un mouvement continu, transportent avec eux les blocs qui s'éboulent des rochers adjacents et tombent à leur surface; comme les éboulements ne cessent pas de se produire sous l'influence des agents atmosphériques, à mesure que les blocs gisant sur les glaciers sont emportés dans leur mouvement, d'autres viennent tomber à la même place et il en résulte des courants ou de longues traînées de débris, disposées régulièrement sur le dos ou sur les bords longitudinaux des glaciers; ce sont les *moraines*. Lorsqu'il se fait une chute accidentelle de débris du haut d'un rocher qui n'est pas sujet à produire d'éboulement, il en résulte une moraine circonscrite, semblable à une île isolée au milieu de la mer de glace; souvent on a ainsi une série d'îles disposées en ligne droite, parallèlement à l'axe du glacier; telles sont les moraines du glacier du Snehättan, produites par des éboulements qui se sont faits à divers intervalles de temps; on doit attribuer la même origine aux gros blocs que l'on rencontre quelquefois épars çà et là, loin des moraines principales.

Cause principale  
de la démolition  
des rochers.

On est souvent étonné en voyant l'énorme quantité de pierres que charrient les glaciers; parmi les causes atmosphériques qui démolissent les flancs et la crête des montagnes, telles que l'action des eaux, celles de l'électricité, du froid et de la chaleur, etc., la plus puissante, incontestablement, est la force expansive développée par la congélation de l'eau qui a pénétré dans les fissures des rochers. Elle agit avec le plus d'intensité dans la région des névés, où la température

moyenne de l'année est un peu inférieure à zéro et où la température estivale, au contraire, est un peu au-dessus de zéro; c'est dans cette zone que les alternances de gelée et de dégel sont le plus fréquentes; aussi sur les moraines trouve-t-on habituellement plus de blocs provenant des hautes que des basses régions.

Les contrées polaires, telles que le Spitzberg, l'île Cherry, etc., correspondent par leur climat à la région qu'occupent les névés dans les Alpes et les Pyrénées; aussi les rochers y sont disloqués et réduits en fragments à un degré tel, qu'il est difficile de s'en faire une idée; les pentes dépouillées de neige sont couvertes d'immenses accumulations de blocs entassés pêle-mêle; il y en a de tellement gros, qu'on serait tenté de les prendre pour des rochers en place, si on n'examinait avec soin leur contour. Ces amas de débris, offrant l'image du chaos, forment le long du littoral des digues ou remparts qui s'élèvent souvent à plus de 200 mètres; ils couvrent le flanc des montagnes, et lorsque l'inclinaison n'est pas très-forte, ils s'étendent jusqu'à leur sommet. Il m'est arrivé plusieurs fois au Spitzberg de gravir péniblement ces talus de blocs et d'atteindre des cimes un peu élevées sans avoir pu trouver la roche en place et non disloquée. Sur les plateaux de la Norvège dont le niveau moyen se trouve un peu au-dessous de la limite des neiges perpétuelles, j'ai vu de semblables spectacles de destruction, mais les masses de débris étaient moins considérables, parce que les rochers ne peuvent pas s'ébouler à mesure qu'ils sont réduits en fragments, et les surfaces sont en partie préservées de la démolition par les débris qui les recouvrent.

Dislocation des  
rochers et talus  
de blocs gigantesques sur les  
côtes des régions  
polaires.

Mêmes espèces de moraines en Scandinavie et dans les Alpes.

Les moraines des glaciers scandinaves offrent dans leur formation et leur développement les mêmes caractères que celles des glaciers alpins; on voit en Norwège des moraines latérales formées par les éboulements des parois encaissantes, des moraines médianes provenant de la réunion des deux moraines latérales contiguës qui se confondent en une seule au confluent de deux glaciers, et enfin des moraines frontales ou terminales consistant dans l'accumulation des matériaux déposés par chaque tranche successive du glacier à mesure qu'elle vient fondre à son extrémité.

Situation des glaciers du Justedal.

Je vais placer ici quelques détails sur les glaciers du Justedal, les plus considérables de la Norwège; ils offrent de très-belles moraines, et l'on peut y étudier la plupart des curieux phénomènes que l'on admire sur les glaciers de la Suisse. Ce n'est point sur les pentes des montagnes les plus élevées de la Norwège que se trouvent ces glaciers, mais dans des crevasses ou des échan-crures que présente le bord d'un plateau élevé en moyenne de 1800 mètres et entièrement couvert d'un tapis de neige. Ils débouchent dans une profonde vallée qui porte le nom de *Stordal* (*Grande Vallée*), et au fond de laquelle coule un torrent impétueux, le *Storelv* (*Grand fleuve*), comparable aux rivières des hautes vallées dans les Alpes centrales: l'expression de Justedal s'applique à la vallée principale, à ses différentes branches et au vaste plateau qui se trouve à l'ouest.

Physionomie de Justedal.

Les voyageurs bien peu nombreux qui pénètrent dans le Justedal, y découvrent une foule de beautés sauvages, d'un caractère imposant et grandiose; quoique la fertilité des vallées suisses ne se retrouve point ici, la présence des glaciers au

milieu des cultures et des habitations rappelle jusqu'à un certain point les scènes pittoresques des Alpes et offre le même contraste d'une nature à la fois riante et glacée; à ses pieds on découvre des prairies verdoyantes; autour de soi on voit se dresser des rochers escarpés, d'un horrible aspect, sur la crête desquels s'avancent des masses de glace et de neige qui menacent de vous écraser dans leur chute.

L'étroite et profonde déchirure où coule le Storelv est bordée presque partout de flancs escarpés dont la base est couverte de sombres forêts, et dont les parties supérieures sont nues et décharnées: si l'on remonte le cours de cette rivière, on traverse une succession de gorges étroites et d'élargissements où le fond de la vallée est couvert de prairies et de cultures; de distance en distance on aperçoit de bruyantes cascades formées par les eaux qui s'écoulent des plateaux adjacents. Le village de Justedal, qui donne son nom à la contrée et où se trouve le *Prestgaard* (*presbytère*), n'est qu'un hameau chétif et solitaire, caché dans un repli de la vallée et entouré de montagnes imposantes par leur masse gigantesque.

Un peu au delà, si l'on se détourne sur la gauche et que l'on s'avance dans le vallon de *Berset*, à son extrémité on découvrira l'amphithéâtre de glaciers que j'ai tâché de représenter par la *fig. 5, Pl. I.* Tous ces glaciers descendent le long de crevasses ou de ravins du haut d'un même plateau couvert de névés: autrefois ils étaient beaucoup plus étendus qu'aujourd'hui, et devaient presque se réunir en un même courant de glace. Le glacier central est le plus considérable; vers le haut sa surface est déchi-  
 An. phithéâtre de glaciers au fond du vallon de Berset.

présente quelques aiguilles; elle porte peu de débris; seulement, en certains endroits, elle est salie par une matière noire sableuse et limoneuse que j'ai remarquée sur les autres glaciers du Justedal et aussi sur ceux des Alpes; elle provient très-probablement des poussières que le vent enlève de dessus les rochers et qu'il dépose sur les glaciers.

Glacier  
de Nygaard.

Si l'on revient sur ses pas, presque immédiatement après être rentré dans le Stordal, on arrive à un endroit où la vallée change de direction et s'élargit de manière à offrir des pelouses de verdure un peu étendues et quelques champs cultivés, au milieu desquels sont situés les grands villages de Lie et Faaberg; on se trouve alors en face du beau glacier de Nygaard (*Nygaard-Brä*), l'un des plus grands de la Norvège, et celui qui descend le plus bas au-dessous de la limite des neiges perpétuelles (1325 mètres au-dessous de la région des névés, et 330 mètres au-dessus du niveau de la mer). M. Naumann l'a comparé (1) à un énorme torrent qui se précipiterait du haut des montagnes le long d'un vallon latéral et qui se congèlerait en débouchant dans la vallée centrale. C'est un glacier simple, sans moraine médiane, mais autour de lui on voit d'énormes remparts de débris; les eaux que produit sa fusion s'écoulent par une ouverture en forme de grotte un peu irrégulière.

Au delà du village de *Faaberg*, on entre dans un défilé excessivement étroit; alors, au fond de la vallée, il n'y a de place que pour le torrent dont les eaux mugissantes se précipitent de rochers en rochers; sur les parois de son lit on voit plusieurs de

(1) Beiträge zur Kenntniss Norwegens, t. II, p. 197.

ces cavités arrondies en forme de marmites, que l'on nomme *pots de géant*; j'en ai remarqué au-dessus du niveau moyen des eaux à une hauteur où elles ne s'élèvent que dans les grandes crues. A cet endroit, les névés s'avancent sur la crête du flanc droit de la vallée; l'eau qui s'en écoule alimente trois cascades et tombe d'un seul jet au pied des escarpements.

A 5 ou 6 kilomètres du village de *Faaberg*, on arrive en face du glacier de *Faabergstol* qui est exposé à l'E. S.-E. et descend le long d'une crevasse transversale; sa pente est de 10° vers le bas, mais elle s'élève à 20° dans les parties supérieures: à son extrémité, on admire une superbe voûte, analogue à celle par où l'Arve sort du glacier des Bois; ses parois azurées forment un cintre légèrement surbaissé; au-dessous le sol est couvert de fragments de glace provenant des éboulements par suite desquels s'agrandit cette ouverture.

Glacier  
de Faabergstol.

Ici le Stordal commence à s'élargir un peu et se divise ensuite en plusieurs branches, dont l'une semble former la continuation de la vallée principale et se prolonge, mais avec une forte inclinaison, suivant la direction N.-E. qu'elle suit depuis *Faaberg*; elle conduit à un petit bassin ou une espèce de cirque, situé à une élévation de 1136 mètres. Là se trouve le lac de *Styggevand* où vient plonger la base des névés ou glaciers supérieurs qui descendent des plates-formes environnantes.

La seconde branche du Stordal est dirigée du N. au S. et occupée par le glacier de *Trangedals* (*Trangedals-Brä*) qui a une pente moyenne de 13 à 14° et dont cependant la surface est unie et régulière, n'offre point un aspect disloqué ni

Glacier  
de Trangedals.

tourmenté : l'état de bouleversement où se trouvent certains glaciers des Alpes qui n'ont pas une inclinaison beaucoup plus forte, provient sans doute de ce que leur fond, au lieu d'avoir une pente continue et régulière, présente beaucoup d'inégalités. Le glacier de Trangedals est bordé de deux moraines latérales qui ne paraissent pas s'étendre au delà de son extrémité actuelle; sa surface est formée de glace pure; on n'y voit pas de débris pierreux.

Glacier  
de Lodals.

La troisième branche du Stordal est la moins inclinée; elle est remplie par le magnifique glacier de Lodals (*Lodals-Brå*), qui suit d'abord la direction S.-E.-N.-O. et se trouve alors exposé au S.-E. C'est le plus grand des glaciers scandinaves; on peut le comparer à celui de l'Aar, dans les Alpes, auquel il ressemble par plusieurs de ses caractères. A son extrémité il est couvert en majeure partie de gros blocs, de graviers et fragments de diverses grosseurs; sa moraine médiane s'est alors beaucoup élargie et est venue se réunir avec la moraine latérale du côté gauche; la glace ne se montre plus alors à découvert que dans le petit intervalle qui sépare la moraine médiane de la moraine latérale du côté droit.

Si l'on remonte le glacier de Lodals, qui a dans cette partie-ci une pente douce, d'abord de 6 à 7°, puis de 3°, à une distance d'environ 5 kilomètres de son extrémité, on le voit se diviser en deux branches; l'une d'elles, toute bouleversée et hérissée de pointes, continue à suivre la direction S.-E.-N.-O. et s'élève directement sur le plateau en formant un talus incliné de plus de 35°; l'autre branche se dirige alors vers le Nord et se prolonge encore jusqu'à une certaine distance avec une pente

de 3 à 4°, en suivant le pied d'une muraille de rochers abruptes. Puis à un niveau de 1.165 mètres, il y a une nouvelle bifurcation du glacier en deux parties inclinées, l'une de 15°, et l'autre de 13 à 14°; elles remplissent deux gorges entourées de rochers escarpés, et sont découpées par un grand nombre de crevasses transversales, larges et profondes, dont quelques-unes semblent s'étendre d'un bord à l'autre. C'est dans cette zone qu'a lieu la transition du glacier au névé; sa couche supérieure commence à être formée de névé à demi changé en glace, qui se reconnaît facilement à sa teinte d'un vert-blanchâtre, à son aspect mat et à sa faible translucidité. Jusqu'ici on peut marcher sur le glacier sans danger ni difficulté; mais l'ascension de ces parties inclinées est tout à fait périlleuse, car beaucoup de ces crevasses sont cachées sous la neige, et le pont fragile sur lequel on est souvent obligé de les traverser menace de s'affaisser sous le poids du voyageur imprudent. Pendant l'hiver, les fentes du glacier sont comblées ou couvertes par une grande épaisseur de neige, et l'on peut franchir sans crainte les parties les plus crevassées; on ne court alors que le risque d'être entraîné par les avalanches ou les tourbillons de neige.

Les gorges dont le fond est occupé par les deux dernières branches du glacier de Lodals sont dirigées du S. au N., et du S.-E. au N.-O.; la première conduit au plateau couvert de névé qui sépare le Nordfiord de la vallée du Justedal; la seconde conduit à un groupe de cimes qu'on appelle les *Kaabe*. La plus élevée, la *Lodalskaabe* (2.050 mètres), a tout à fait la forme d'une corne ou d'un cône émoussé (voir *fig. 7*); ses flancs escarpés sont inaccessibles; les autres cimes ont des pentes

Moraines du glacier de Lodals.

moins roides et sont en partie couvertes de neige. C'est à la muraille escarpée qui sert de soubassement au massif des kaabe que vient se terminer la grande moraine médiane du glacier de Lodals. Habituellement les moraines de cette espèce sont formées par la réunion des deux moraines latérales qui se trouvent contiguës, lorsque deux glaciers se confondent en un seul; c'est là l'origine que leur assignent MM. Agassiz et de Charpentier, qui ont rectifié l'explication inexacte donnée anciennement par de Saussure. Mais quelquefois, et c'est ici le cas, les moraines médianes sont dues aux éboulements provenant des cimes qui surgissent au milieu d'un glacier ou qui en dominent le fond; les moraines du glacier du Sneehättan ont la même origine, et celle qui se termine au *jardin*, sur le glacier du Talèfre (vallée de Chamouni), nous en offre un autre exemple.

Auprès de la moraine médiane principale, il y en a, sur le glacier de Lodals, d'autres moins importantes qui se rattachent au même massif de rochers; on y voit aussi des traînées de débris discontinues, produites par des éboulements accidentels. Ces moraines forment comme des chaussées exhaussées de quelques mètres au-dessus du niveau général du glacier: cette manière d'être que l'on observe aussi en Suisse et en Savoie, tient à la faible conductibilité pour la chaleur des matières pierreuses qui préservent de la fusion la glace située au-dessous et s'exhaussent ainsi peu à peu par suite de la liquéfaction et de l'évaporation des parties adjacentes. D'ailleurs, comme les moraines émettent de la chaleur latéralement, par voie de rayonnement et de réflexion, elles ajoutent leur influence à celle des agents atmosphériques et

accélèrent la fusion des glaces qui les bordent; il se forme ainsi de petits vallons ou des dépressions longitudinales le long de chacun de leurs côtés (*fig. 8*). Si deux moraines d'un glacier sont un peu rapprochées l'une de l'autre, les deux dépressions contiguës se réunissent en une seule qui acquiert alors une plus grande profondeur; les pierres qui s'éboulent de chacune des moraines roulent jusqu'au bas de ce vallon, et lorsqu'elles couvrent la glace, elles produisent alors leur effet préservatif ordinaire, et bientôt les deux moraines se trouvent réunies en une seule, mais la dépression qui les séparait persiste encore pendant quelque temps, comme le montre la *fig. 9*.

Dans tous les cas, l'éboulement des matériaux qui des flancs des moraines médianes roulent au fond des dépressions longitudinales situées à leurs côtés, donne lieu à un élargissement graduel de ces chaussées, jusqu'à ce qu'elles se soient réunies avec les moraines latérales, et alors la surface du glacier n'offre plus qu'une nappe de débris de rochers; c'est ce que l'on voit près de l'extrémité du glacier de l'Aar, et c'est ce qui arriverait au glacier de Lodals s'il avait une longueur un peu plus grande. Cet élargissement des moraines médianes qui devient évident à l'extrémité de presque tous les glaciers, est encore favorisé par une autre cause que nous indiquerons un peu plus loin.

J'ai remarqué sur le glacier de Lodals, près de la grande moraine médiane, une dalle de gneiss présentant le phénomène bien connu des *tables de glaciers*, qui se voit fréquemment en Suisse, principalement sur le glacier de l'Aar: il est dû, comme l'a fait voir de Saussure, à une action préservatrice semblable à celle qui détermine l'ex-

haussement des moraines, et aussi à l'action rayonnante et réfléchive des parois latérales du bloc, action qui contribue à fondre par les côtés la masse de glace servant de support, jusqu'à ce qu'elle ait pris la forme d'un piédestal; mais peu à peu elle devient trop faible pour supporter le bloc; celui-ci s'écroule alors pour aller un peu plus loin reprendre la forme de table.

Phénomène des  
cônes de graviers.

Il est un autre phénomène qui se montre ici sur une plus grande échelle que je ne l'ai vu en Suisse, et il paraît qu'il se manifeste constamment sur le glacier de Lodals, car il a déjà été remarqué par MM. Bohr et Naumann (1); je veux parler du phénomène des cônes de graviers, représenté par la *fig. 10*. Ce sont des monticules semblables à d'énormes taupinières, mais souvent beaucoup plus aigus, ayant jusqu'à 5 et 6 mètres de hauteur sur 12 à 15 de diamètre à la base; leur forme est habituellement conique, quelquefois pyramidale; en certaines parties ils forment une crête aiguë, un biseau inégal et dentelé. Ils se trouvent auprès des moraines; mais on n'en voit que dans la portion du glacier qui est dirigée du nord-ouest au sud-est, et qui a une pente douce de 3 à 6°. L'exemple que j'ai dessiné (*fig. 10*) représente deux petites chaînes de monticules situés sur le bord de la moraine latérale qui longe le pied du flanc droit. La surface de ces cônes est couverte de détritits, l'intérieur est composé de glace très-pure, vitreuse et conchoïde, qui paraît même plus dure que celle des parties environnantes. Les graviers les plus ténus se trouvent près du sommet, ils adhèrent plus ou moins fortement à la glace;

(1) Beiträge, etc., t. II, p. 206.

mais sur les pentes et surtout près de la base, les sables et graviers sont mélangés de cailloux.

La formation de ces cônes graveleux, que l'on observe quelquefois aussi dans les Alpes, a été clairement expliquée par M. Agassiz (1): Les graviers qui forment çà et là de petits dépôts à la surface d'un glacier (2), soit parce qu'ils se sont détachés de dessus les moraines, soit parce qu'ils ont été entraînés par des filets d'eau, abritent de la fusion la glace située au-dessous; ils s'exhaussent peu à peu, de la même manière que les blocs isolés ou les moraines, et les dépressions au fond desquelles ils étaient amassés prennent la forme de monticules généralement coniques. L'angle de ces cônes tend à devenir de plus en plus aigu; mais quand l'inclinaison de leurs flancs atteint 40 ou 45°, les graviers s'éboulent; la glace se trouvant alors exposée aux agents calorifiques, ne tarde pas à fondre, et le monticule disparaît.

En Norwège, comme dans les Alpes, les pierres ou autres substances qui tombent dans les fentes des glaciers reparaissent plus ou moins longtemps après à leur surface; en effet, la glace que l'on voit sur les parois des crevasses est d'une pureté admirable, et d'ailleurs, à la suite des parties où le glacier est disloqué, crevassé dans tous les sens, on voit reparaître les moraines sur le prolongement de la ligne qu'elles suivaient en amont. On sait que ce phénomène est dû principalement à la

Réapparition à la surface des glaciers des pierres tombées à l'intérieur.

(1) Etudes sur les glaciers, p. 132.

(2) Lorsque des corps d'une petite épaisseur, tels que des feuilles, des insectes, des graviers isolés ou de petits fragments de schiste se trouvent à la surface de la glace, au lieu d'en retarder la fusion, ils l'accélèrent en lui transmettant la chaleur solaire à mesure qu'ils l'absorbent, et ils deviennent ainsi le centre de petites cavités.

fusion superficielle des glaciers, par suite de laquelle se montrent à découvert des couches de glace de plus en plus profondes. D'ailleurs, la pression qu'exerce en se dilatant l'eau qui se congèle à l'intérieur des glaciers doit tendre à pousser les blocs vers la surface; mais comme cet effet n'a lieu qu'à la fin et au commencement de l'hiver, aux époques où les couches supérieures du glacier possèdent une température inférieure à zéro, on conçoit qu'il n'ait pas été perceptible dans les expériences qu'ont faites pendant la saison estivale MM. Martins et Bravais (1); aussi n'ont-ils pu apprécier que l'effet produit par la fusion.

Cavités de formes diverses sur les glaciers du Justedal.

Sur le glacier de Lodals et sur plusieurs autres glaciers du Justedal, on voit, outre les sillons et les petits canaux creusés par les filets d'eau qui coulent à leur surface, des cavités irrégulières et de formes diverses, ressemblant le plus souvent à d'immenses baignoires; l'eau qui s'y trouve est d'une admirable limpidité et offre, de même que les parois du vase qui la contient, une belle teinte d'un bleu d'azur. Souvent on rencontre de vastes entonnoirs où l'œil plonge sans en apercevoir le fond et dans lesquels s'engouffrent des ruisseaux; ailleurs on voit des puits cylindroïdes qui tendent à s'approfondir de plus en plus par suite du mouvement de va-et-vient de l'eau qui les remplit; comme on le sait, elle s'échauffe à la surface, et augmentant peu à peu de densité, elle tombe au fond du trou où elle liquéfie la glace; et une fois ramenée à la température de zéro, elle devient plus légère et remonte à la surface.

Un des caractères les plus remarquables des glaciers du nord et du centre de l'Europe consiste en ce

(1) Annales des sciences géologiques, octobre 1842.

que, malgré leur mouvement incessant, les accidents de leur surface conservent une position à peu près fixe; c'est toujours dans la même zone que se forment des crevasses nombreuses et entre-croisées qui se referment un peu plus loin par un rapprochement graduel et un ressoudement de leurs parois, et souvent aussi à l'aide des neiges qui s'y entassent et s'y glacifient. C'est constamment sur la même portion de la mer de glace de Chamouni que se trouvent les moulins formés par les ruisseaux qui se précipitent dans des puits profonds; c'est aussi à peu près à la même place, près de la rive droite, que se trouve chaque année la cascade formée par le torrent qui jaillit du sein du glacier du Rhône à travers une grotte azurée. En général, les creux, les aspérités, les aiguilles, etc., se voient tous les ans aux mêmes endroits: chaque tranche d'un glacier éprouve successivement les mêmes changements de forme et d'aspect, à mesure qu'elle s'abaisse suivant la pente du terrain; elle se modifie incessamment, perd ses précédents caractères de configuration pour en prendre de nouveaux, de la même manière que cela a lieu pour chaque tranche d'un cours d'eau qui coule sur un lit inégal et diversement incliné. Cette constance dans la position des accidents de la surface des glaciers tient à ce que le fond sur lequel ils se meuvent est toujours identique; les circonstances générales de leur mouvement, les phénomènes intérieurs et extérieurs se reproduisent périodiquement de la même manière. D'ailleurs, comme l'ensemble des causes atmosphériques, par lesquelles sont influencés les phénomènes glaciaires, éprouve des variations notables du printemps à l'automne, M. Forbes a fait observer avec raison qu'un gla-

cier change moins d'une année à l'autre que dans la même année d'une saison à l'autre.

Structure veinée  
ou rubanée sur  
les glaciers du  
Justedal.

Les glaciers du Justedal offrent la même structure veinée ou rubanée qui se manifeste sur la plupart des glaciers du premier ordre dans les Alpes, et qui a été fort bien décrite par M. Forbes (1). Sur les glaciers de Lodals, de Berset, etc., on remarque, comme sur ceux de la Suisse, une succession de bandes bleues alternant avec des bandes blanches et offrant une épaisseur qui varie de 2 à 10 et 12 centimètres; cela forme une espèce de lamellosité qui semble correspondre aux plans de clivage ou de fissilité des roches schisteuses. Il est un peu difficile de reconnaître du premier coup la disposition générale de ces rubans de glace bleue, mais si on en mesure la direction en divers endroits, on voit que leurs affleurements forment des courbes parallèles, plus ou moins allongées, tournant leur convexité vers aval et tendant sur les côtés à devenir parallèles à l'axe du glacier. Ces rubans plongent constamment vers le haut du glacier, mais de quantités variables; en certaines parties ils sont presque vesticaux, ailleurs ils ont une inclinaison inférieure à 30°.

Des glaciers  
du Sulitelma.

Ainsi l'on voit que les glaciers de la Norvège méridionale offrent presque tous les phénomènes que l'on observe dans les Alpes: ils se manifestent encore, au moins en partie, sur les glaciers du Sulitelma, situés en Laponie, sous le cercle polaire, et dont Wahlenberg a donné la description (2). Ce massif de montagnes a, comme celui du Justedal, la forme d'un plateau, élevé moyen-

(1) Voyages dans les Alpes, p. 157.

(2) Bericht über, etc. (Mesures et observations en Laponie, etc., p. 14 et s.)

nement de 1.300 mètres, et à la surface duquel surgissent plusieurs pics dont le plus haut a une altitude de 1.884 mètres au-dessus de la mer. Comme ici la limite des neiges est à 1.010 mètres, le plateau est entièrement couvert de névé, et sur ses pentes il y a plusieurs glaciers, le *Salajegna*, le *Tulpajegna*, l'*Almajalosjegna*, etc. Le *Salajegna* est le plus considérable et même le seul que l'on puisse considérer comme un glacier du premier ordre, ou glacier de vallée; il est divisé par de larges et profondes crevasses où ont été engloutis des Lapons avec leurs troupeaux de rennes; on y voit aussi de belles pyramides dans les parties inclinées. Il s'y trouve une moraine assez curieuse, elle est discontinue, présente une série de petites îles et consiste en une masse de détritits pulvérulents de micaschiste, mélangés de cailloux; en été elle est détrempée par l'eau de la fusion et forme un marais boueux dont il est impossible de s'approcher sans y enfoncer jusqu'au genou; l'eau qui s'en écoule noircit la surface du glacier et la rend horrible à voir.

J'ai encore à ajouter des faits importants relatifs aux anciennes moraines des glaciers de la Norvège, mais je les exposerai à la suite du paragraphe relatif au mouvement des glaciers.

Les moraines des glaciers du Spitzberg offrent un développement moins considérable et des caractères moins variés que celles des glaciers alpins et scandinaves; cependant les rochers sont soumis, comme nous l'avons vu, à une cause de destruction qui produit ses plus puissants effets dans les contrées polaires. Si l'on compare les montagnes exposées au Sud et celles exposées au Nord,

Différence qui existe au Spitzberg entre les pentes des montagnes exposées au Nord et celles exposées au Sud.

on reconnaît une différence remarquable; les premières sont dépouillées de neige et souvent, comme cela a lieu dans la baie de la Madeleine, dans les petites dépressions qui existent entre les pics, on ne voit pas de glaciers; mais alors leurs flancs et leur base sont presque entièrement couverts de blocs gigantesques. Sur les pentes des montagnes exposées au Nord, les surfaces neigeuses sont plus étendues et l'on y voit une quantité de débris beaucoup moindre: l'enveloppe de neige paraît préserver les rochers qu'elle recouvre de l'action démolissante qu'exercent l'eau en se congelant et les autres agents atmosphériques.

La plus grande partie des pierres qui s'éboulent et tombent sur les glaciers du Spitzberg demeure invisible.

Les glaciers de la partie du Spitzberg que nous avons visitée sont ordinairement placés sur des pentes exposées au Nord, à l'Est ou à l'Ouest, moins fréquemment sur des pentes exposées au Sud: ils sont entourés de montagnes dont la surface est en grande partie couverte de neige, et les éboulements de pierres doivent y être plus rares que sur les rochers à nu; d'ailleurs les blocs qui s'en détachent ne sont pas visibles à la surface des glaciers, car ils restent ensevelis au milieu de la couche de neige qui, plus tard, doit se transformer en glace. Le fait de l'apparition à la surface d'un glacier des fragments contenus à l'intérieur ne peut avoir lieu ici, car il faudrait que les couches de glace et de névé placées au-dessus d'eux vinsent à fondre. Aussi, quand on examine la glace qui constitue ces glaciers, on reconnaît qu'elle n'est pas toujours pure comme celle des glaciers alpins, qu'elle renferme en certaines parties beaucoup de débris de diverses grosseurs, de blocs, cailloux et graviers; on les voit très-bien s'en détacher par suite de la fusion, si pendant une journée chaude

on se tient près de l'extrémité du bord latéral d'un glacier. Ces détritiques se voient plus rarement dans la partie médiane, c'est près des côtés qu'ils sont le plus abondants; ils sont cimentés au milieu de la glace et forment une espèce de brèche; souvent aussi ils se montrent à la surface du glacier, près de sa jonction avec les rochers encaissants, et alors ils forment de véritables moraines latérales, mais beaucoup moins considérables que celles des glaciers alpins, parce qu'une partie des fragments est cimentée avec la glace ou recouverte de neige.

On conçoit que sur les glaciers polaires il doit rarement se former des moraines médianes ou superficielles; la réunion de deux glaciers en un seul est peu fréquente, vu la disposition de leur lit et leur faible développement en longueur. Aussi les moraines médianes ne s'y produisent pas habituellement par la jonction de deux moraines latérales, elles sont dues plutôt aux éboulements provenant des rochers qui dominent la partie centrale des glaciers; mais il faut que ceux-ci soient exposés aux rayons solaires et dépouillés des neiges hivernales: c'est ce que j'ai observé sur le glacier situé à l'entrée de la baie de Fairhaven, sa surface était couverte d'une multitude de fragments formant une moraine superficielle.

On voit rarement des moraines médianes sur les glaciers polaires.

#### *Du mouvement des glaciers.*

Les glaciers ressemblent à des masses inertes, privées de mouvement et comme fixées au fond qui les supporte, mais ils n'ont que l'apparence de l'immobilité: lorsque l'on voit autour de leur extrémité de belles forêts, de vertes prairies et de superbes champs de blé, lorsque l'on considère

Plusieurs faits rendent évident le mouvement des glaciers.

les arbres chargés de fruits qui étendent leurs branches au-dessus d'eux, on ne tarde pas à se convaincre que des masses de glace aussi considérables ne pourraient ni se former ni se conserver indéfiniment dans le fond des vallées où la terre se dépouille de neige dès le printemps et se couvre de riches moissons en été, où la température moyenne est égale, et quelquefois même supérieure à  $+ 4^{\circ}$ . Il suffit de remonter le cours d'un glacier pour s'assurer qu'il tire son origine des vastes champs de neige qui couvrent les hautes régions des montagnes, et on acquiert la confirmation de ce fait en voyant les énormes quartiers de rochers qui proviennent de pics situés à une grande élévation et qui ont été transportés par le glacier à une distance de plusieurs kilomètres.

Le mouvement progressif des glaciers est connu depuis un temps immémorial, car il se décèle par l'envahissement des terres cultivées, par le renversement des forêts, des habitations, etc., dont ils poussent les débris devant eux; mais c'est à des expériences récentes, exécutées par MM. Agassiz, Desor, etc., et principalement par M. Forbes, que nous devons la connaissance des conditions de ce mouvement. Rarement il a lieu d'une manière brusque ou saccadée; il est continu et paraît ne jamais cesser entièrement; mais il varie en raison du climat, des saisons, de la masse et de la structure des glaciers, de la forme du lit qu'ils occupent.

Deux théories  
du mouvement  
des glaciers.

Deux théories fort anciennes ont été imaginées pour en rendre raison: dans l'une, celle de Gruner et de Saussure, on suppose que les glaciers glissent sur leur fond comme des corps graves

placés sur un plan incliné; dans l'autre, celle de Scheuchzer, Agassiz, de Charpentier, etc., on assimile leur mouvement à un phénomène d'extension ou de dilatation produit par la force expansive de l'eau qui se congèle à l'intérieur des fissures capillaires dont est criblé l'intérieur de tous les glaciers.

Les considérations théoriques et l'observation des faits s'accordent à rendre inadmissible cette seconde manière de voir; les phénomènes d'expansion qu'elle invoque ne peuvent avoir lieu d'une manière sensible pendant les nuits d'été, car, dans un intervalle de temps de quelques heures, le froid extérieur ne peut pénétrer qu'à une profondeur très-minime: comme nous l'avons déjà vu page 41, la congélation ne peut se produire dans une proportion un peu grande qu'à la fin et au commencement de l'hiver, dans les couches supérieures des glaciers et jusqu'à une certaine profondeur: comme l'a fait remarquer M. Elie de Beaumont, si leur mouvement était un effet d'expansion produit par la solidification de l'eau qui remplit les fissures capillaires, il aurait lieu exclusivement à la fin et au commencement de l'hiver et serait nul pendant presque toute la durée de la saison estivale. Or les expériences de M. Forbes ont constaté que ce mouvement dure tout l'été, qu'il est même plus rapide au milieu qu'au commencement, qu'il a lieu le jour comme la nuit, qu'il continue, bien qu'avec plus de lenteur, au milieu même de l'hiver, à une époque où n'a plus lieu cette succession de la gelée au dégel que nécessite la théorie de la dilatation. M. Forbes a reconnu, en outre, que la vitesse du mouvement dépend de la température, qu'elle s'accroît et di-

La théorie de  
la dilatation est  
inadmissible.

minue avec elle; or ce serait l'inverse qui devrait avoir lieu si cette théorie était fondée.

L'objection la plus importante que l'on ait faite à la théorie où l'on considère les glaciers comme se mouvant sous l'action de la gravité, c'est que, s'il en était ainsi, ils devraient prendre un mouvement accéléré; mais M. Hopkins a prouvé expérimentalement qu'une masse de glace qui fond à sa surface inférieure prend un mouvement uniforme; et c'est facile à comprendre, car le frottement qui s'oppose à l'avancement de la masse n'est annulé qu'à mesure que les particules de glace entrent en fusion.

Les glaciers ne sont pas complètement rigides.

Néanmoins, on a dû modifier le point de vue sous lequel on envisageait autrefois les glaciers, et reconnaître qu'ils ne sont pas entièrement assimilables à des corps rigides, inflexibles et inextensibles glissant sur des plans inclinés; car alors il serait difficile de comprendre comment ils pourraient descendre sur un sol inégal et à pente faible, le long de couloirs sinueux, et de manière à s'élargir ou s'amincir suivant la forme de ces couloirs; en arrivant à des rétrécissements de leur lit, il semble qu'ils devraient s'arrêter et ne descendre plus bas que par avalanches. Mais la structure poreuse et granuleuse des glaciers, la faible cohésion de leurs particules entre lesquelles il y a beaucoup de vides remplis d'air et d'eau, communiquent à ces corps des propriétés analogues à celles des substances plastiques; et par suite leur mouvement peut s'effectuer quelle que soit la forme de leur lit, pourvu qu'il présente une certaine inclinaison.

Que l'on conçoive une masse de glace grenue, emboîtée dans un canal sinueux, elle y restera en

repos, si elle est complètement privée d'eau et si elle ne fond pas au contact des parois encaissantes; mais si la chaleur de ces parois en détermine la fusion, si de nombreux filets d'eau, pénétrant à l'intérieur, liquéfient quelques-unes de ces particules, provoquent la désunion de la masse et exercent en même temps sur elle une pression hydrostatique, la glace imbibée d'eau entrera en mouvement à l'instant où la gravité deviendra supérieure à la force de cohésion qui s'affaiblit de plus en plus à mesure que la quantité d'eau mêlée à la glace va en augmentant; dès que la désunion pourra s'opérer, la partie centrale, entraînée par son poids et n'étant pas gênée par la résistance des parois, se mouvra le plus rapidement, laissant en arrière les parties latérales qui ont à vaincre le frottement de la roche encaissante. C'est ainsi qu'a lieu le mouvement des glaciers; la zone centrale s'avance avec une vitesse beaucoup plus grande que les zones latérales, mais le rapport de ces vitesses est variable et paraît être plus voisin de l'unité pour les glaciers à pentes moyennes que pour ceux qui sont faiblement inclinés; ainsi, d'après M. Forbes, le rapport est de  $1\frac{1}{2} : 1$  sur la mer de glace de Chamouni, qui a une pente de  $5^\circ$ ; tandis que, d'après les observations de M. Agassiz et de ses collaborateurs, le rapport est de  $14 : 1$  sur le glacier de l'Aar, dont la surface est inclinée de  $3^\circ$  seulement.

Cette inégalité entre les vitesses de la partie centrale et des côtés a conduit M. Forbes à sa théorie de la *viscosité des glaciers*, théorie d'après laquelle il assimile leur mouvement à celui du goudron, de la lave, etc., et le considère comme étant soumis aux mêmes lois. Mais la plasticité des glaciers me paraît avoir été un peu

Théorie de la viscosité des glaciers.

exagérée, et si ces corps se comportaient exactement de la même manière que des substances visqueuses, on ne s'expliquerait pas comment ils pourraient se fracturer, se crevasser, se diviser en tranches minces, former des escarpements abruptes, des arêtes aiguës, des pyramides, des aiguilles, etc.

Le mouvement des glaciers est la combinaison de deux effets.

Il me semble qu'il est possible d'éviter ces difficultés et de se rendre compte des circonstances diverses que présente le mouvement des glaciers, si on le considère comme la combinaison de deux effets, du mouvement que tend à prendre un corps tout à fait liquide, l'eau, et du mouvement d'un corps solide, d'une faible cohésion, susceptible de se comprimer, de se déformer, de se rompre et se ressouder; ou, ce qui revient au même, c'est le mouvement que font prendre à un corps solide de cette nature son propre poids et la réaction d'une masse liquide circulant à son intérieur.

Il y a en effet deux tendances qui se combinent, celle de la glace poreuse et celle de l'eau dont elle est mélangée, l'une et l'autre étant sollicitées par leur poids à descendre suivant la pente du terrain. L'eau, si elle était seule, prendrait une vitesse énorme, mais son mouvement est excessivement ralenti par la présence du réseau de glace où elle se trouve, pour ainsi dire, emprisonnée. Alors elle tend à imprimer à la glace une partie de sa vitesse, et leurs efforts se combinent pour vaincre la cohésion des particules de glace et le frottement de ces particules les unes contre les autres. Comme la substance des glaciers est spongieuse, fissurée, composée de grains imparfaitement cimentés, la résistance qu'elle oppose à la désunion et au glissement est bien plus facile à surmonter que celle

provenant du frottement de parois inégales et sinueuses; aussi toute la masse se disjoint et ses différentes parties se meuvent d'autant plus vite qu'elles sont plus rapprochées de la zone centrale.

En raison du frottement qui se développe au contact de leur lit sinueux et bosselé, tous les glaciers, pour se mouvoir, tendent à se déformer; en cela ils diffèrent essentiellement des cubes de glace sur lesquels a expérimenté M. Hopkins en les faisant glisser sur une dalle de grès diversement inclinée; ces cubes se mouvaient sans se déformer, comme des corps tout à fait rigides, sous la seule influence de la pesanteur et de la fusion qu'ils éprouvaient en dessous; mais vu les conditions où se trouvent les glaciers, toutes les causes qui facilitent leur déformation, qui les rendent plus ductiles, augmentent leur vitesse absolue et la différence des vitesses que possèdent les parties centrales et latérales: or, cet effet est produit par une élévation de la température extérieure qui donne lieu à une fusion plus considérable de leur surface, ou par toute autre cause, telle qu'une chute de pluie ou une fonte de neige, qui les imbibe d'une plus grande quantité d'eau; ce sont là les conclusions auxquelles M. Forbes a été conduit par ses expériences sur la mer de glace de Chamouni.

Le rôle que joue l'eau dans ce phénomène est probablement plus compliqué qu'on ne le croit en général; elle me paraît agir de trois manières: 1° comme corps liquéfiant, elle tend à désunir les particules de glace et à en affaiblir la cohésion, lorsque sa température est supérieure à zéro; 2° comme corps lubrifiant, elle diminue le frottement réciproque des rubans de glace les uns contre les autres, et celui qui a lieu au contact du

Différence entre le mouvement des glaciers et celui de cubes de glace placés sur un plan incliné.

Rôle que joue l'eau dans le mouvement des glaciers.

glacier et de ses parois; 3<sup>o</sup> elle agit aussi comme moteur en raison de la pression hydrostatique qu'elle exerce à l'intérieur de la masse sur toute sa section et qui s'ajoute au poids de la glace pour la faire descendre; le mouvement est aussi puissamment facilité par la fusion qui a lieu à la surface inférieure. On conçoit d'après cela que plus est grande la quantité d'eau qui circule à travers un glacier et qui va former des courants au-dessous de lui, plus la vitesse doit être augmentée.

Conditions qui déterminent la vitesse du mouvement des glaciers.

Beaucoup de causes agissant dans des sens différents, influent sur le mouvement des glaciers; ceux qui sont imbibés d'une plus grande quantité d'eau, ceux dont les particules sont moins adhérentes les unes aux autres, ont une plus grande plasticité, et leur mouvement se rapproche davantage de celui des corps visqueux. Ceux au contraire dont la masse est plus compacte et moins mélangée d'eau; ceux qui reposent sur un sol moins inégal et plus fortement incliné, sur un sol dont la température est sensiblement supérieure à zéro et détermine une fusion énergique à leur surface inférieure, ceux-là se rapprochent davantage des corps solides et rigides, la différence des vitesses du centre et des côtés est moindre; comme l'a montré M. Forbes, cette différence devient aussi moindre pour un même glacier, lorsque l'hiver succède à l'été.

Les glaciers les plus inclinés peuvent ne pas avoir le mouvement le plus rapide.

Toutes choses égales d'ailleurs, une augmentation dans la pente des glaciers doit produire une accélération dans leur mouvement, car alors la force motrice s'accroît et le frottement contre le fond diminue par l'affaiblissement de la pression; M. Forbes a reconnu en effet que la vitesse d'un glacier est plus grande dans les points où son in-

clinaison est plus considérable. Mais il peut arriver que l'accroissement de vitesse qui résulterait d'une plus forte inclinaison soit compensé par des variations en sens contraire des autres éléments qui influent sur le phénomène, savoir la structure de la glace et son état d'imbibition, les inégalités du fond et des parois qui arrêtent le mouvement jusqu'à ce que les particules de la glace situées au contact aient été fondues ou désagrégées; enfin, la température du fond, qui accélère beaucoup le mouvement par la fusion qu'elle produit si elle est supérieure à zéro, et qui le retarde au contraire, si elle est au-dessous de zéro; car alors le glacier tend à se congeler sur son fond et à contracter avec lui une certaine adhérence: il faut tenir compte en outre de l'épaisseur du glacier ou du poids de sa masse. Ainsi la vitesse du mouvement ne dépend pas seulement de l'inclinaison; elle est la résultante de beaucoup d'éléments divers dont chacun peut varier séparément. Par suite, il n'y a rien d'impossible à ce que certains glaciers aient un mouvement plus rapide que d'autres glaciers plus fortement inclinés; mais on n'est pas en droit de conclure de là, comme l'ont fait certaines personnes, que la pesanteur n'est pas la cause essentielle du phénomène.

La rapidité avec laquelle se meuvent les glaciers varie depuis leur origine jusqu'à leur extrémité; c'est la conséquence des variations qui se produisent dans leur pente, leur structure et leur climat. Dans les Alpes, la différence de hauteur qui existe entre l'extrémité des glaciers principaux et la limite inférieure des névés est d'environ 1.600 mètres; sur une pareille élévation se trouvent échelonnés des climats notablement diffé-

Variations dans la rapidité du mouvement des glaciers depuis leur origine jusqu'à leur extrémité.

rents ; les glaciers ont à traverser successivement des zones atmosphériques dont la température augmente de plus en plus ; en même temps leur structure devient moins granuleuse et plus compacte. Si les parties supérieures des glaciers étaient exposées à des causes de fusion aussi intenses que les parties inférieures, elles se mouvraient plus rapidement, à égalité de pente, car elles sont plus poreuses et ont une moindre cohésion ; mais elles sont généralement moins imbibées d'eau, surtout quand les glaciers sont exposés au nord. On conçoit, en raison des différences dans la forme du lit, dans la pente, la structure, l'exposition, etc., que les variations de vitesse qui ont lieu de haut en bas ne se produisent pas de la même manière ni dans le même sens sur tous les glaciers. Sur les glaciers à pente faible, tels que celui de l'Aar, la vitesse paraît aller en décroissant quand on descend vers leur extrémité ; ainsi les observations faites sur le glacier de l'Aar par MM. Agassiz et ses collaborateurs, indiquent pour la somme des déplacements observés pendant 289 jours à 7 stations différentes, éloignées de 4.000 pieds les unes des autres et situées à des niveaux de plus en plus bas : 169 p., 177 p., 141 p., 150 p., 133 p., 83 p. et 58 p. Ce décroissement de vitesse donne lieu à une condensation de la glace qui supplée jusqu'à un certain point à la consommation produite par la fusion superficielle.

Les principales conditions du mouvement des glaciers peuvent être résumées ainsi : le climat ou l'ensemble des causes atmosphériques qui influent sur la fusion de la surface et l'imbibition qui s'opère à l'intérieur de la masse, la structure plus ou moins spongieuse et fissurée de la glace, son degré

de cohésion, l'épaisseur du glacier, la forme, l'inclinaison et la température du lit où il est encaissé ; ce sont autant de variables indépendantes dont l'ensemble détermine le mouvement général d'un glacier et le mouvement relatif de ses différentes parties. On comprend alors que la vitesse du mouvement doit varier d'un glacier à un autre, ou dans un même glacier d'un point à un autre de sa surface, d'une saison à l'autre et même d'un jour à l'autre.

Si l'on considère plusieurs points *a, b, c, d, e, f* (Pl. I, fig. 11), situés sur une ligne droite transverse à un glacier, au bout de quelques jours ces points ne se trouveront plus en ligne droite, mais en ligne courbe, car ils resteront d'autant plus en arrière du point central *o* qu'ils seront plus rapprochés des côtés ; la courbe *m'o'n'* qui contient tous ces points deviendra ainsi de plus en plus allongée. Cette espèce d'étirement que présentent les glaciers donne lieu nécessairement à des déchirures, mais sans écartement sensible des parois ; ce sont comme des surfaces de clivage, à l'intérieur desquelles de l'eau vient se congeler plus tard et produire des rubans de glace plus dure et plus compacte que la masse adjacente ; par suite, ces rubans possèdent une plus grande transparence et ils offrent en outre une couleur bleue plus ou moins prononcée. De là résulte une succession de bandes alternativement bleues et blanches, que l'on doit considérer comme glissant les unes sur les autres et continuant à s'étirer à mesure que le glacier avance ; les courbes qu'elles dessinent à la surface deviennent d'autant plus allongées que le glacier a une longueur plus grande relativement à sa largeur. Telle est l'origine attribuée par M. Forbes

Origine des bandes bleues et blanches ou de la structure rubannée des glaciers.

à ces bandes rubanées dont j'ai signalé tout à l'heure l'existence sur les glaciers de la Norwège (page 78). Dans les Alpes elles avaient été remarquées depuis longtemps par plusieurs savants, mais M. Forbes est le premier qui les ait décrites et en ait donné une explication satisfaisante (1).

Relation des crevasses avec la structure rubanée des glaciers.

Le développement de cette structure veinée, qui résulte de l'inégale vitesse du centre et des parties latérales des glaciers montre que la substance dont ils sont formés possède une espèce de ductilité; mais en même temps que la glace s'étire sous forme de rubans, il s'y produit des fentes, d'abord étroites, mais qui s'élargissent peu à peu. Ainsi, malgré leur plasticité et leur ductilité, les particules de glace possèdent une cohésion assez grande pour que la tension à laquelle elles sont soumises détermine des fractures. Lorsque le lit des glaciers est très-inégal, les crevasses sont irrégulières et entre-croisées, mais habituellement elles tendent à affecter une disposition transversale. Sur beaucoup de glaciers dans les Alpes et sur plusieurs de ceux que l'on voit en Norwège, elles forment un système central dont la concavité est tournée vers l'aval et deux systèmes latéraux qui obliquent un peu vers l'amont, comme le montre la *fig. 11*; ainsi elles font un angle presque droit avec la direction des bandes rubanées, c'est-à-dire des lignes d'étirement, suivant lesquelles la tension est la plus forte. Les crevasses se forment dans les endroits où la pente est faible, lorsque la tension est devenue trop grande, ou lorsqu'elle se développe inégalement sur les diverses parties d'un glacier; mais elles se forment

(1) *Travels through the Alps of Savoy*, p. 157.

beaucoup plus facilement et en plus grand nombre dans les endroits très-inclinés ou irrégulièrement accidentés; car alors la masse est plus fortement sollicitée par l'action de la pesanteur, les particules de glace situées en avant cèdent à cette force, mais celles qui se trouvent en arrière, n'étant pas attirées avec une égale puissance, se meuvent moins rapidement; de là résultent nécessairement des ruptures.

Conformément aux principes de la théorie de la viscosité, M. Forbes envisage le mouvement des glaciers comme le résultat d'un affaissement sur eux-mêmes; par suite, les particules situées près du fond devraient se mouvoir avec une excessive lenteur et comme entraînées par celles de la surface. Mais un pareil affaissement paraît difficilement compatible avec l'existence des crevasses et des cavités que présente la partie supérieure des glaciers: comme nous l'avons vu, les glaciers ne se comportent pas tout à fait de la même manière que des substances visqueuses, mais plutôt comme des corps solides, grenus, imparfaitement cimentés, doués d'une faible cohésion, entraînés dans les vallées par leur poids et par celui de l'eau qui les imbibe; conséquemment ils doivent glisser sur leur fond; mais je pense que le mouvement de leur surface inférieure doit être un peu moins rapide que celui des parties supérieures, comme semble l'indiquer le pendage des rubans de glace bleue, qui a toujours lieu vers amont (1).

L'avancement de la partie inférieure d'un glacier est probablement un peu plus lent que celui de la partie supérieure.

Les conditions ne sont pas tout à fait iden-

(1) Je citerai ici un des cas où l'on voit clairement que les parties inférieures ne peuvent pas se mouvoir avec la même vitesse que les supérieures: si le fond d'un glacier

tiques à celles qui empêchent les portions latérales de se mouvoir aussi vite que les portions centrales : la chaleur de la terre exerce une liquéfaction sur le fond et les côtés, mais les eaux qui circulent à travers un glacier tendent à se réunir à la surface inférieure et agissent bien plus énergiquement que sur les côtés, par leur pression, par la fusion et la désagrégation qu'elles produisent dans la glace et aussi par la formation de courants sous-glaciaux qui concourent avec l'influence de la chaleur souterraine à contre-balancer les résistances du frottement. Je ferai d'ailleurs observer que plus un glacier est incliné, plus doit être faible le frottement contre son fond et le ralentissement qui en est la conséquence.

Ressemblance  
des glaciers et des  
coulées de lave.

Je terminerai ces considérations en rappelant la ressemblance des glaciers avec les coulées de lave, ressemblance qui a déjà été signalée par plusieurs observateurs, par MM. Elie de Beaumont, Dufrenoy, Forbes, etc. Elle s'explique très-bien si l'on considère les glaciers comme des masses solides, mais granuleuses, et douées d'une assez grande

présente sur une petite étendue une pente légèrement ascendante, alors la surface inférieure du glacier aura non-seulement à vaincre la résistance du frottement, mais en outre elle devra se mouvoir en sens contraire de la pesanteur; elle ne pourra pas s'avancer aussi vite que les parties supérieures qui n'éprouvent aucun obstacle de ce genre; si elle continue à se mouvoir, c'est que la fusion produite par la chaleur souterraine affaiblit les résistances et puis c'est qu'elle est entraînée par sa liaison avec les parties supérieures et les parties situées en avant et en arrière. Mais en général le retard qui a lieu au fond ne peut produire d'effet sensible sur la disposition des crevasses que l'on voit à la partie supérieure des glaciers et qui sont généralement verticales.

plasticité, pour être susceptibles de se déformer sous l'action de leur propre poids et sous celui de l'eau qui les imbibe. Les coulées de lave présentent aussi une réaction de la partie liquide contre la croûte solide qui la recouvre; elles possèdent aussi une vitesse plus grande dans la zone centrale que dans les parties latérales; mais ici les couches supérieure et inférieure se meuvent beaucoup moins vite que la couche intermédiaire, parce qu'elles se solidifient plus promptement. La portion moyenne du courant conserve pendant très-longtemps sa liquidité; elle continue à couler et tend à entraîner dans son mouvement la couche supérieure devenue solide; alors celle-ci se brise en énormes blocs qui sont rejetés sur les côtés et vont former des digues latérales semblables aux moraines des glaciers; ces digues, qui ont été très-bien décrites par M. Elie de Beaumont (1), s'élèvent au-dessus de la coulée lorsque son mouvement s'anéantit, et indiquent l'épaisseur qu'elle avait lors de son plus grand gonflement. Les courants de lave ont encore une autre analogie avec les courants de glace; on remarque à leur surface des fentes et des sillons courbes qui correspondent aux crevasses et aux bandes colorées des glaciers.

En Norwège et dans les Alpes, le mouvement des glaciers offre les mêmes caractères, car la disposition des moraines et la structure rubanée sont identiques dans ces deux contrées. Les glaciers du Spitzberg ont aussi un mouvement de progression; on ne saurait en douter quand on voit leur façade verticale s'ébouler par masses énormes dans la

Les glaciers du Spitzberg ont un mouvement de progression comme ceux des Alpes et de la Norwège.

(1) Annales des mines, 3<sup>e</sup> série, t. IX.

mer, et de nouvelles tranches apparaître à des intervalles de temps très-rapprochés : cela ne peut avoir lieu sans que toute la masse du glacier éprouve un mouvement graduel, de façon que les parties situées en arrière descendent progressivement et viennent remplacer celles qui se sont éboulées dans la mer. C'est surtout pendant les journées les plus chaudes de l'été que ces effets sont le plus sensibles : toutes les fois que la température s'élevait un peu, soit que l'atmosphère fût sereine, soit qu'il y eût échauffement produit par le mélange de masses d'air venant du midi, on entendait un grand bruit semblable à celui d'une détonation ; alors d'énormes masses de glace se détachaient de la façade et s'affaissaient avec fracas dans la mer.

Les causes du mouvement des glaciers sont les mêmes au Spitzberg, en Norwège et dans les Alpes.

Ce sont les mêmes causes qui produisent le mouvement des glaciers dans les régions polaires, dans le Nord et le centre du continent européen ; quand on considère la disposition régulière des fentes qui divisent les glaciers du Spitzberg par tranches verticales, dont la crête est parallèle au rivage de la mer, il paraît très-probable que l'action de la pesanteur joue le principal rôle dans le mouvement de ces masses et dans la formation de leurs crevasses.

La fusion qui s'opère en été à la surface des glaciers du Spitzberg est moindre que celle qui a lieu sur les glaciers inférieurs de la Suisse, car la température est moins élevée et les rayons solaires ont une plus faible inclinaison ; on n'en voit pas sortir de torrents, mais il s'en écoule ordinairement une assez grande quantité d'eau provenant de la liquéfaction de la couche de neige qui les recouvre. Il n'y a qu'un petit nombre de glaciers

dont la surface soit peu humide ; ce sont ceux qui sont abrités du soleil et de l'influence des vents chauds ; mais le plus souvent leur surface est parcourue par de petits ruisseaux, et quand on peut approcher de leurs parois, on reconnaît qu'il s'en écoule une grande quantité de filets d'eau ; souvent même on y voit des cascades, sur le glacier de la presqu'île des Tombeaux, par exemple. L'intérieur de ces glaciers doit donc être imbibé d'eau, et il doit s'y produire au commencement de l'été des phénomènes de congélation et d'expansion, tant que leur température est au-dessous de zéro ; mais il est probable qu'au moins pour beaucoup de glaciers, elle doit être ramenée à zéro avant la fin de l'été, et alors il ne peut s'y produire de congélation qu'à la surface, par suite des abaissements accidentels de la température. Le mouvement de ces glaciers ne peut donc pas être considéré comme le résultat d'un phénomène d'expansion, pas plus que celui des glaciers Alpains, car alors il aurait lieu principalement au commencement de l'été et deviendrait nul vers le milieu de cette saison, ce qui est contraire à l'expérience.

L'eau qui pénètre à l'intérieur des glaciers du Spitzberg doit contribuer à leur mouvement et ils doivent s'avancer avec une rapidité d'autant plus grande qu'ils en sont plus fortement imbibés : cependant ils doivent contenir une moindre quantité d'eau que les glaciers Alpains, car ils sont soumis à des causes de fusion moins énergiques. Comme à leur extrémité beaucoup de glaciers du Spitzberg, au lieu d'être encaissés entre des parois rocheuses, s'avancent sur une plage découverte jusqu'au bord de la mer, la différence des vitesses que possèdent les parties centrales et latérales ne

doit probablement pas être aussi grande que dans les glaciers Alpins.

Les glaciers du Spitzberg ne dépassent le rivage que d'une quantité très-minime.

On a beaucoup parlé du fait de l'avancement des glaciers polaires au-dessus de la mer; mais je pense qu'il a été exagéré et que l'on en a déduit des conséquences inexactes. Les glaciers du Spitzberg occupant le fond des dépressions qui existent entre les rochers, descendent jusqu'à la surface de la mer, toutes les fois que la configuration du sol le permet; il arrive souvent, lorsque le rivage est un peu sinueux, que la masse du glacier s'avance un peu au delà et forme une légère saillie qui paraît surplomber au-dessus de l'eau. Mais cette proéminence est toujours très-faible et si peu sensible que, pour la reconnaître, il faut s'approcher en canot jusqu'au pied des glaciers; elle n'a lieu que quand la masse est soutenue par plusieurs points du rivage, et, dès que par l'effet de la pesanteur et de la pression qui s'exerce en arrière, la crête d'un glacier a dépassé la ligne droite joignant les points d'appui, elle se brise et s'affaisse dans la mer. Il suffit d'examiner la ligne terminale des glaciers qui a été déterminée géodésiquement par MM. les officiers de la corvette, et que j'ai représentée sur le dessin de la baie (*fig. 1*), pour s'assurer que l'avancement des glaciers au delà du rivage est très-minime, et pour ainsi dire insignifiant: il est impossible qu'il devienne considérable, en raison des crevasses larges et profondes qui divisent l'intérieur de la masse; elle est ainsi morcelée par tranches, et, dès que l'un des segments vient à surplomber, il se détache aussitôt et tombe dans la mer avec un grand bruit: il va faire partie de ces glaces flottantes que l'on trouve abondamment le long des côtes; elles sont ensuite

entraînées en pleine mer et transportées vers le midi. Quelquefois il y a à leur surface des fragments de roches ou des graviers, mais cela se voit rarement, parce que, à l'instant où elles se détachent des glaciers, elles chavirent, et les matériaux pierreux qui s'y trouvaient tombent en grande partie au fond des eaux.

D'après les observations de divers navigateurs, les glaciers de la baie de Baffin et des côtes du Groënland s'avancent quelquefois un peu loindant la mer; mais ici le fait a lieu dans des conditions particulières. Dans cette contrée il y a des baies profondes, abritées de l'action des vents et des courants, où les glaces provenant de la congélation de l'eau ou des glaciers se conservent souvent pendant plusieurs années et se changent en énormes montagnes de glace par suite d'accumulation de neige dont une partie seulement entre en fusion, et le reste de la masse s'imbibe d'eau et se congèle ensuite. Ici la température de la mer est très-voisine de zéro; même au milieu de l'été, elle est plus souvent au-dessous qu'au-dessus du point de congélation; on conçoit alors que les glaciers puissent s'avancer à une assez grande distance dans la mer. Ils sont d'ailleurs peu exposés à l'action des courants et des vagues qui tendraient à les diviser; et lors même qu'ils se partageraient en plusieurs masses, ils pourraient difficilement être mis à flot le long des côtes, en raison de leur grande puissance qui s'élève jusqu'à 300 mètres; il faudrait que la mer fût profonde, car dans les glaces flottantes, les  $\frac{7}{8}$  de la masse sont plongés sous l'eau.

Les glaciers de la baie de Baffin et du Groënland s'avancent un peu loin dans la mer.

Les glaciers ne peuvent s'avancer ainsi loin du rivage sur les côtes du Spitzberg qui sont entou-

rées de mer ouvertes, exposées à la violence des tempêtes et baignées par un courant d'eau chaude qui y dépose une grande quantité de bois flottés; aussi en été la température de la mer est presque toujours supérieure à zéro de plus d'un degré, même sous la latitude de 80°; si donc les glaciers venaient à plonger dans la mer, ils éprouveraient sur toute leur surface immergée une fusion énergique qui ne leur permettrait pas de s'avancer à une grande distance.

*Des oscillations des glaciers.*

Causes de l'extension et du décroissement des glaciers.

Les variations du climat donnent lieu à un accroissement ou à une diminution des glaciers; ils s'agrandissent lorsque leur progression annuelle n'est pas compensée par la fusion qu'éprouve leur extrémité inférieure, ils décroissent dans le cas inverse. Deux causes différentes peuvent produire ces phénomènes d'extension ou de décroissement: si la chaleur estivale vient à diminuer, ce qui arrive dans les étés pluvieux, la consommation que subit un glacier sur toute sa surface extérieure, et principalement dans les parties les plus basses, sera moindre, et alors il s'étendra plus avant que les années précédentes. Le même effet aura lieu s'il tombe pendant l'hiver une plus grande quantité de neige, car alors les réservoirs d'où le glacier tire son origine, lui fourniront une couche de névé plus épaisse et le mettront ainsi à même de résister pendant un plus grand nombre d'années aux causes de liquéfaction qui le consomment peu à peu, et il pourra s'avancer plus loin, d'autant mieux que la couche de neige hivernale, étant plus épaisse dans les lieux bas comme dans les hautes régions, l'abritera plus longtemps de la chaleur et sa sur-

face ne commencera à être attaquée qu'à une époque plus avancée de l'été. On conçoit, d'ailleurs, que suivant la direction où soufflent habituellement les vents d'hiver, la neige pourra être accumulée en plus grande quantité en certains endroits et y déterminer un accroissement des glaciers, tandis que des endroits très-voisins, situés dans une même vallée, ou sur le revers opposé de la même montagne, recevront beaucoup moins de neige, et par suite les glaciers qui s'y trouvent diminueront ou resteront stationnaires.

Quand un glacier est en progrès, il renverse et pousse devant lui tout ce qui se trouve sur son passage, les blocs de pierre, les arbres, les habitations, etc.; très-souvent il s'insinue entre la terre meuble et le roc solide qu'il use et polit en frottant contre sa surface des débris pierreux; puis quand il se retire, il met à nu un désert parsemé de ruines, qui est habituellement dépouillé de terre végétale, et sur lequel la végétation ne peut se reproduire qu'après bien des années; car les agents extérieurs tendant à désagréger la surface du terrain et à reproduire une couche de débris pulvérulents, ont bien moins de prise sur un roc poli que sur des surfaces rugueuses: aussi, longtemps après la disparition des glaciers, leur ancien fond se reconnaît encore par un aspect de désolation et de stérilité. D'ailleurs, les limites de leur extension première sont clairement indiquées par les amas de débris qu'ils ont déposés en forme de digues à leur extrémité et sur tout leur périmètre.

Ces monuments archéologiques de l'histoire des glaciers nous attestent qu'ils n'ont pas eu à toutes les époques les mêmes limites qu'aujourd'hui; ainsi l'on trouve d'anciennes moraines très-recon-

Effets que produit un glacier quand il s'étend au delà de ses premières limites.

Oscillations des glaciers dans les Alpes.

naissables à des distances de 500 à 1000 mètres et plus de l'extrémité des glaciers actuels, dans les vallées de Chamouni, de Ferret, du Rhône, etc.; malheureusement on ignore à quelle époque ces moraines ont été déposées. Néanmoins, en consultant les archives des paroisses du Valais, M. Venetz est parvenu à recueillir des données importantes sur les variations qu'a subies le développement des glaciers pendant la période historique : il a constaté qu'en Suisse, du xi<sup>e</sup> au xvi<sup>e</sup> siècle, ils devaient être moins étendus qu'aujourd'hui, car les passages des hautes Alpes étaient praticables à cette époque; d'après M. Zurbrüggen, c'est dans le commencement du xvii<sup>e</sup> siècle qu'ils sont devenus difficiles, et c'est seulement dans le xviii<sup>e</sup> qu'ils sont devenus inaccessibles aux chevaux. Depuis lors les glaciers ne sont pas rentrés dans leurs anciennes limites, car beaucoup de ces passages sont encore impraticables, et maintenant l'état des glaciers Alpains paraît être à peu près stationnaire.

Oscillations des glaciers dans le Justedal.

Les glaciers du Justedal, en Norvège, ont aussi éprouvé des oscillations, au sujet desquelles il ne peut y avoir aucune incertitude, car ici les monuments naturels et les données historiques se rapportent à la même époque. Autour de presque tous les grands glaciers de cette contrée se trouvent d'anciennes moraines situées à des distances plus ou moins considérables, et l'espace qui les sépare du bord des glaciers actuels est encore dépouillé de végétation, tandis que les rochers environnants sont couverts de bouleaux et de gazon. Cette circonstance seule suffirait pour montrer que l'époque à laquelle ces lieux ont été envahis, ne peut être fort reculée, car alors la végétation aurait

eu le temps de s'y reproduire, comme c'est arrivé à l'ancienne moraine du glacier des Bois (vallée de Chamouni), sur laquelle se trouve une forêt de mélèzes qui étaient déjà très-vieux lors des premiers voyages de Saussure dans les Alpes, en 1778 (1).

Des documents historiques concernant les glaciers du Justedal ont été relatés par M. Bohr dans une publication norvégienne (2) et cités ensuite par M. Naumann dans son ouvrage sur la Norvège (3). D'après M. Bohr, une commission assemblée le 21 août 1742 au village de *Berset*, situé au fond de la vallée de ce nom, pour estimer le dommage causé par les glaciers, a reconnu que la masse de glace renfermée dans une gorge étroite nommée *Tufstekar* et dirigée du nord au sud, s'était avancée à 880 pieds du village (c'est le glacier indiqué sur la fig. 5 par la lettre A). Deux vieillards affirmèrent que dans leur jeunesse le glacier se tenait à une grande hauteur dans cette gorge, mais que depuis les dix dernières années, il s'était abaissé de 600 pieds; en outre, il avait augmenté en largeur de 1680 pieds; c'est ainsi que le village de *Berset* fut presque entièrement dépouillé de ses prairies et de ses terres labourées.

D'après les renseignements que j'ai recueillis dans le Justedal et qui s'accordent avec ceux de M. Bohr, il s'était établi, il y a plusieurs siècles, un groupe d'habitations fort considérable, nommé

Documents relatifs au glacier de Nygaard.

(1) Voyages dans les Alpes, t. II, p. 17.

(2) Blandinger, Läsning for begge Kiön 1<sup>e</sup> Aargang, 4<sup>e</sup> Heft, p. 292.

(3) Beiträge zur Kenntniss Norwegens, t. II, p. 198.

*Nygaard* (nouveau village), en avant du glacier qui descend d'un vallon latéral et débouche dans le *Stordal*, sur la rive droite du fleuve, près de *Lie*; mais dans la première moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle, le glacier s'étant beaucoup agrandi renversa les maisons, rejeta leurs débris sur les côtés et contraignit ainsi les habitants d'aller s'établir ailleurs; aujourd'hui il ne reste plus aucune trace de ce village qui a donné son nom au glacier.

Les glaciers du *Justedal* sont aujourd'hui à peu près stationnaires.

On voit que l'accroissement des glaciers du *Justedal* a eu lieu dans la première moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle, à peu près à la même époque où les glaciers des Alpes s'étendaient de manière à rendre impraticables les passages des hautes montagnes. Mais plus tard les glaciers du *Justedal* allèrent en diminuant, et depuis la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle ils sont presque rentrés dans leurs précédentes limites; de l'année 1832, dans laquelle ils ont été visités par M. Naumann, à l'année 1845 où je les ai observés, ils paraissent avoir été à peu près stationnaires; ainsi, en 1845, j'ai trouvé environ 700 mètres pour la diminution éprouvée par le glacier de *Nygaard* dans le sens de sa longueur; or, elle était en 1822, d'après M. Naumann, de plus de 2.000 pieds.

Les glaciers n'ont pas tous éprouvé le même accroissement ni la même diminution.

L'accroissement et la diminution des glaciers n'ont pas été les mêmes pour tous; ainsi en 1845, pour le grand glacier (B, *fig. 5*) qui occupe le fond de la vallée de *Berset*, le décroissement en longueur était de plus de 600 mètres; pour le glacier A qui est situé sur le flanc Nord, il était seulement de 350 à 400 mètres; mais celui-ci avait éprouvé une diminution en largeur plus considérable qu'en longueur. Il est à noter que le glacier de *Trangedals*, situé à l'endroit où la vallée du *Stordal* se divise en trois branches, est resté exactement sta-

tionnaire, car ses moraines ne s'étendent pas au delà de son extrémité actuelle, et autour de lui s'élève une forêt de bouleaux, tandis que les glaciers de *Lodals* et de *Faabergstol*, qui se trouvent tout auprès, ont diminué de 6 à 700 mètres; autrefois, celui de *Faabergstol* barrait même complètement la vallée du *Stordal*, et le torrent coulait en dessous.

La disposition des anciennes moraines nous montre que le retour des glaciers à leurs premières limites ne s'est pas fait en une seule fois: comme on le voit sur les *fig. 5* et *6*, elles forment plusieurs digues ou remparts de forme cintrée qui s'étendent circulairement autour de l'extrémité des glaciers. On en voit trois bien distinctes autour du glacier A qui se trouve sur le flanc septentrional du vallon de *Berset*; ici les moraines frontales forment avec les moraines latérales des courbes continues qui seulement sont dégradées en quelques endroits par les torrents. Ces digues s'élèvent de chaque côté sur le flanc des rochers beaucoup au-dessus du niveau du glacier actuel; leur origine se trouve en des points peu éloignés; mais si on les examine successivement depuis les points les plus élevés jusqu'au fond de la vallée, on voit que ces moraines s'écartent de plus en plus les unes des autres, bien que présentant la même courbure et affectant une disposition grossièrement concentrique. La digue extérieure marque la limite extrême du glacier au moment de sa plus grande extension; elle se prolonge jusqu'au bord du torrent qui occupe la partie la plus basse de la vallée. Autour du glacier central de *Berset* (B. de la *fig. 5*), qui alimente ce torrent, les anciennes moraines ne forment pas de remparts continus, elles

Le retour des glaciers à leurs anciennes limites a embrassé plusieurs périodes.

se composent de fragments dispersés çà et là.

A l'entour du glacier de Nygaard, on voit aussi plusieurs digues de débris, un peu moins distinctes qu'à Berset : comme ce glacier est simple et porte peu de pierres à sa surface, il a peu de tendance à former une moraine frontale ; ce sont ses anciennes moraines latérales qui s'étendent parallèlement à ses deux bords et se montrent les plus développées sur le côté gauche ; elles constituent d'énormes talus de blocs, de cailloux et de graviers, dont l'élévation est en certains endroits d'une dizaine de mètres ; ici elles ne présentent pas des courbes fermées et laissent un vide en face le milieu du glacier.

Il est clair que le décroissement des glaciers du Justedal ne s'est pas fait brusquement, mais qu'il y a eu trois périodes à chacune desquelles correspond une moraine particulière, bien distincte sur le glacier de Berset : ces périodes ont dû avoir une durée suffisante pour que les débris provenant des éboulements des rochers voisins aient pu être transportés à l'extrémité des glaciers et entassés de manière à former des digues. Les amas les plus considérables constituent la digue extérieure, et il doit en être ainsi, car dans son mouvement progressif, le glacier a dû pousser devant lui tous les matériaux entassés antérieurement ; il en est résulté des talus de 8 à 10 mètres d'élévation (1).

(1) Ce n'est pas seulement dans le Justedal, mais encore dans d'autres portions de la Scandinavie que les glaciers ont éprouvé des phénomènes d'extension et de décroissement, ainsi Wahlenberg raconte qu'autour du glacier d'Almajalos, il y a plusieurs moraines les unes au-dessus des autres, ce qui prouve que le bord du glacier a changé de place (Voir Bericht über, etc., p. 45).

D'après la disposition des moraines, il est évident que l'accroissement des glaciers a eu lieu dans le Justedal, comme dans les Alpes, suivant toutes les dimensions à la fois ; ainsi le glacier A de Berset n'a aujourd'hui à son extrémité que 150 mètres de largeur ; autrefois il avait sur la même ligne transversale une largeur de plus de 400 mètres et comme au delà il s'étendait encore beaucoup, sa plus grande largeur, à son extrémité, atteignait 600 mètres. De même la largeur du glacier de Nygaard n'est aujourd'hui à son extrémité que d'environ 1.000 mètres, tandis que, autrefois, elle était de 1.500 à 1.600 mètres. Dans le sens vertical, l'épaisseur des glaciers a aussi diminué d'une dizaine de mètres et plus.

Il est probable que cet accroissement des glaciers du Justedal a résulté d'une augmentation dans l'humidité du climat plutôt que d'un abaissement de la température moyenne de ces vallées ; je signalerai comme la cause qui me paraît la plus probable, la persistance des vents d'Ouest et de Nord-Ouest qui aura donné lieu à d'abondantes chutes de neige pendant l'hiver et à des étés pluvieux. Or, dans les hautes régions et surtout dans le nord de l'Europe, il est rare qu'il tombe des pluies chaudes, au milieu même de l'été. J'ai eu maintes fois l'occasion d'observer pendant mes voyages, que les vents d'Ouest et de Nord-Ouest qui amènent en Norwège des masses d'air chargées d'humidité et qui donnent lieu ainsi aux pluies et aux brumes, produisent en même temps un abaissement considérable de la température, la font descendre de 20 et quelques degrés à 10 degrés et au-dessous. D'ailleurs j'ai déjà montré par la comparaison des observations météorologiques faites

L'accroissement des glaciers a eu lieu dans le Justedal comme dans les Alpes suivant toutes les dimensions à la fois.

Cause probable de l'accroissement des glaciers dans le Justedal.

au Saint-Bernard (1), combien est faible le pouvoir liquéfiant de la quantité de pluie qui tombe pendant l'été dans les hautes régions; elle ne peut fondre qu'une très-petite fraction de la neige qui tombe en hiver, guère plus d'un centième. Les pluies d'été ont pour effet d'imbiber les glaciers et les névés d'une assez grande quantité d'eau, et par suite d'accélérer leur mouvement sans faire subir à leur surface extérieure une dégradation aussi considérable que la chaleur du soleil et de l'atmosphère. On conçoit d'ailleurs que, d'après le relief du terrain et la direction des vents, certains glaciers, comme celui de Trangedals, qui est abrité du côté occidental par un rempart de rochers, ne reçoivent pas une quantité de neige plus considérable qu'à l'ordinaire et puissent rester stationnaires, tandis que les autres glaciers sont en voie de progrès.

L'espace abandonné par les glaciers du Justedal présente des conditions très-favorables à l'étude des érosions glaciériques.

Sur le vaste espace qu'ont laissé à découvert les glaciers du Justedal, par suite de leur décroissement, on peut étudier avec facilité les actions érosives qu'exerce un glacier sur son fond : MM. Agassiz et de Charpentier ont fait voir que les glaciers usent la surface des rochers, la polissent et y creusent des stries fines. Mais dans les Alpes, où ces observations ont été faites, on éprouve souvent des difficultés pour les vérifier; c'est seulement au bord des glaciers ou en pénétrant dans les cavités que présente leur extrémité, que l'on peut constater leurs effets sur les roches sous-jacentes. Or, comme presque partout en Suisse, autour des glaciers, de même qu'à une grande distance des lieux où

(1) Voyage en Scandinavie, etc., géographie physique, t. I, 2<sup>e</sup> partie, p. 32.

ils se trouvent, la surface des rochers a été burinée pendant la période antéhumaine et à peu près suivant la direction des stries que tracent les glaciers de nos jours, il est souvent difficile de distinguer les érosions anciennes de celles qui ont une origine récente. Cette difficulté n'existe pas dans le Justedal; en effet, le fond de la vallée centrale, du Stordal, a été strié dans toute son étendue par les agents erratiques, dans un sens parallèle à l'axe du Thalweg; mais les glaciers de Faabergstol et de Nygaard occupent le fond de petits vallons transversaux ou de crevasses ouvertes sur le flanc droit de la vallée du Stordal. Par suite de l'extension qu'ils avaient prise au commencement du xviii<sup>e</sup> siècle, ils s'étaient avancés jusqu'au milieu de la vallée principale, et même l'un d'eux la barrait complètement; c'est alors qu'ils ont tracé à la surface des rochers des stries disposées transversalement à l'axe du Stordal, et qui coupent sous un angle voisin de l'angle droit les sulcatures de la période erratique. Outre que la différence de leurs directions empêche de les confondre, les premières se voient seulement dans l'espace circonscrit par le périmètre des anciennes moraines; elles ne s'étendent pas au delà, de façon qu'il ne peut y avoir aucun doute sur leur origine; elles ont été évidemment creusées par les glaciers de l'époque actuelle.

On en voit sur l'ancien fond de presque tous les glaciers du Justedal, mais c'est sur le côté gauche du glacier de Faabergstol, et sur le côté droit du glacier de Nygaard qu'elles m'ont paru être le mieux marquées et se montrer sur les plus larges surfaces. A Faabergstol on voit se croiser sur les mêmes rochers les stries anciennes dirigées

Distinction des érosions anciennes et des érosions glaciériques actuelles.

comme cette partie du Stordal au N. 30° à 40° E. (1), et les stries du glacier actuel dirigées moyennement de l'O. 30° N. à l'E. 30° S. : celles-ci sont les plus fraîches, mais elles n'ont pas entièrement effacé les autres; et tout auprès, entre l'ancienne moraine du glacier et les châteaux de *Faabergsåter*, on voit de magnifiques surfaces moutonnées et burinées anciennement : ici la perfection du poli, la profondeur des sulcatures manifestent dans les forces érosives une puissance bien plus grande que ne peut être celle d'un glacier peu considérable comme celui de Faabergstol.

Le glacier de Nygaard débouche dans la vallée principale à un endroit où elle change de direction; les sulcatures anciennes qui sont parfaitement marquées sur les petits rochers environnant le glacier et sur les deux rives du Storelv, éprouvent dans leur direction la même modification que l'axe du thalweg; en amont du glacier, elles courent du N. 55° E. au S. 55° O., et en aval du N. 25° E. au S. 25° O. Quant aux stries burinées par le glacier de Nygaard, elles ont une direction à peu près transversale qui est en moyenne du N. 45° O. au S. 45° E.

Allure des érosions glaciériques.

Les érosions des glaciers ont une analogie incontestable avec celles qu'ont produites les agents erratiques; elles présentent des cannelures rectilignes très-fines, de 1 à 2 millimètres de diamètre, et des sillons à section elliptique dont la largeur est de plusieurs centimètres. On voit ces sulcatures monter et descendre à la surface des petits monticules aplatis, se courber légèrement autour d'eux

(1) Ces directions et les suivantes sont rapportées au méridien astronomique.

et suivre leurs flancs latéraux tout en restant presque horizontales. On en voit aussi se couper sous de petits angles de 15 à 20°; cette circonstance tient à ce que la manière dont s'exercent les pressions à l'intérieur d'un glacier peut éprouver de petites variations, comme le montre l'aspect des crevasses, qui ne reste pas toujours exactement le même, et il en résulte de légères déviations dans la direction du mouvement.

Cependant ici il ne paraît pas y avoir une identité complète entre les érosions des glaciers actuels et celles de la période erratique; ainsi parmi les premières, je n'ai point remarqué de sillons cylindriques, très-profonds, comme on en voit sur les rochers érodés avant la période historique. De plus, sur l'ancien fond des glaciers de Nygaard, de Faabergstol, etc., les rochers présentent beaucoup de parties creuses qui n'ont pas été érodées: la masse de glace en mouvement a usé, poli et strié les surfaces convexes, principalement les parties les plus saillantes, en frottant contre elles des débris pierreux, des sables, des graviers et des cailloux: mais au lieu de pénétrer dans les concavités, elle a passé par-dessus en formant voûte. C'est analogue à ce qui arriverait si on voulait polir une surface très-inégale, non préalablement dégrossie, avec une autre surface aussi inégale; ce serait un très-grand hasard que les inégalités des deux surfaces vinsent à s'emboîter les unes dans les autres: il existe effectivement beaucoup de vides à la partie inférieure des glaciers de Faabergstol et de Nygaard.

Différence entre les érosions de la période erratique et celles produites par les glaciers actuels.

On peut objecter qu'ici les glaciers ne sont pas restés assez longtemps en contact avec ces rochers pour en polir complètement la surface; que s'ils y avaient fait un séjour plus prolongé, s'ils avaient

eu une plus grande épaisseur, ils auraient pu, en raison de leur plasticité, pénétrer dans les parties creuses et les éroder. C'est une question assez difficile à décider; cependant les cavités que présente la surface inférieure des glaciers montrent que leur plasticité n'est pas assez grande pour empêcher qu'il n'y ait aucun vide entre le roc et leur surface inférieure. Si un glacier se meut pendant longtemps sur une surface très-inégale, il tendra à user de plus en plus les parties saillantes, mais il semble qu'il ne pénétrera dans les parties concaves qu'après avoir aplani les saillies. Or dans le terrain erratique, beaucoup de surfaces moutonnées sont arrondies plutôt qu'aplaties; il me semble que des détritiques de pierres dures, entraînés dans un courant boueux d'une grande vitesse, auraient moins de difficulté à s'introduire dans les creux que présente la surface des rochers, à en éroder le fond et produire ces surfaces moutonnées qui sont caractéristiques du phénomène erratique. Ce qu'il y a de remarquable dans ce phénomène, c'est que les concavités, lorsqu'elles sont allongées dans le sens du mouvement que possédaient les agents érosifs, sont polies et striées comme les convexités; j'ai même cité (1) des ornières étroites, des fentes de plusieurs mètres de profondeur et n'ayant que 1 à 2 mètres de largeur, à l'intérieur desquelles on voit des stries; il semble difficile d'admettre qu'un glacier ait pu s'introduire dans de semblables cavités.

(1) Bulletin de la Société géologique de France, séance du 1<sup>er</sup> décembre 1845.

J'ai examiné si les rochers érodés par les glaciers du Justedal présentent le caractère des côtés frappés et des côtés préservés, des *stoss* et *lee seite* (1); on ne l'y voit pas d'une manière bien prononcée, cependant les surfaces tournées vers le haut m'ont paru en général mieux polies et m'ont présenté des stries plus profondément empreintes que les côtés tournés vers l'aval: cela tient sans doute à ce que la pression exercée est plus considérable et qu'il y a un contact plus intime entre la surface inférieure d'un glacier et son fond, quand il y a une rampe à gravir, que là où il y a une pente à descendre.

Comme les stries glaciériques se voient sur des surfaces très-diversement inclinées, comme elles sont mieux marquées sur les surfaces horizontales, sur les rampes que sur les pentes, comme d'ailleurs l'inclinaison générale du fond est faible, surtout pour le glacier de Nygaard, il est clair que ces stries ont été produites principalement par suite du mouvement lent et continu des glaciers, et qu'on ne peut les considérer comme l'effet exclusif d'un glissement brusque; cette conséquence va être confirmée tout à l'heure par le caractère de la divergence des stries.

Parmi les traces de l'ancienne extension des glaciers du Justedal, je signalerai une autre circonstance dont on ne peut nier la similitude avec un fait que l'on observe quelquefois dans le terrain erra-

(1) En Scandinavie, le côté des rochers qui regarde les points de l'horizon d'où venaient les agents érosifs, à l'époque du phénomène erratique, est habituellement usé, poli et strié; on l'a appelé *stoss seite*, *stöt sida* (côté frappé); tandis que le côté opposé est rugueux et a reçu le nom de *lee seite*, *lee sida* (côté abrité).

tique, c'est la présence de gros blocs isolés, ou accompagnés seulement de quelques cailloux, gisant à la surface de roches polies; souvent ils n'y reposent que par un petit nombre de points de contact ou par une surface peu étendue, et il semble qu'un léger effort suffirait pour détruire leur équilibre.

Divergence des stries que trace un glacier, lorsque son fond s'élargit.

J'ajouterai une observation importante, concernant les érosions que produit un glacier, lorsqu'il se termine sur un espace plus large que les parties supérieures de son lit, ce qui arrive habituellement: les stries de la partie centrale suivent la direction générale de l'axe du glacier; mais celles que l'on voit entre l'axe et les bords offrent une disposition en éventail très-bien marquée; leur divergence, ou bien l'angle qu'elles font avec l'axe, est d'autant plus grand qu'elles sont situées plus près des bords.

	DIRECTION DES STRIES		Étendue angulaire de la divergence entre les stries des deux bords.	Pente des glaciers près de l'extrémité.	DIRECTION des stries anciennes.
	en face de la partie centrale.	sur le bord.			
Glaciers de	Faabergstol. . .	Côté gauche. De l'O. 30° N. à l'E. 30° S.	22°	9°	Sur les mêmes rochers et à l'entour. . . Du N. 30° à 40° E. au S. 30° à 40° O.
		Côté droit. Du N. 45° O. au S. 45° E.			
	Nygaard. . .				

Le tableau ci-joint montre quelle est la divergence des stries sur les deux glaciers de Faabergstol et de Nygaard; sur l'espace qui sépare l'axe du glacier de ses bords, la direction des stries est intermédiaire entre celle de l'axe et celle des stries

extrêmes. On voit que la divergence est beaucoup plus grande pour le glacier de Nygaard que pour le glacier de Faabergstol qui a une inclinaison plus forte. Il paraît donc que la tendance des glaciers à s'épancher à leur extrémité, tendance confirmée par la disposition excentrique des anciennes moraines, est moins grande pour les glaciers à pente forte que pour ceux à pente faible; elle doit aussi être moindre pour des glaciers peu puissants; or celui de Faabergstol est notablement moins épais que celui de Nygaard.

Ce résultat s'accorde avec la théorie de la viscosité de M. Forbes; il s'explique aussi quand on considère le mouvement des glaciers comme étant influencé par la réaction qu'exerce de l'eau liquide sur une masse grenue d'une assez faible cohésion pour céder à la pression qui se développe à l'intérieur. Sur des pentes un peu fortes, les particules solides et liquides seront entraînées par leur poids, principalement dans le sens de la déclivité du terrain; mais sur des pentes faibles, les particules n'étant pas sollicitées par la pesanteur beaucoup plus fortement dans un sens que dans l'autre, et se trouvant en outre comprimées par les particules situées en arrière, tendront à s'écarter de la partie centrale, à s'affaisser un peu sur les côtés, et par suite à faire prendre au glacier un certain élargissement, comme cela arriverait à une coulée de lave qui s'arrêterait sur un plan horizontal. Mais les limites de cette expansion sont probablement beaucoup plus étroites pour un glacier que pour un courant de lave; elles peuvent être appréciées d'après l'écartement des moraines et d'après la divergence des stries, qui ne dépasse pas 45° sur les deux glaciers que j'ai examinés.

Explication de la divergence des stries et de la tendance des glaciers à l'expansion.

La tendance à l'expansion est en rapport avec la formation des crevasses rayonnantes et la disposition en éventail que présentent à leur extrémité le glacier du Rhône et plusieurs autres ; elle contribue aussi à l'élargissement des moraines médianes. Ces observations ne sont point en contradiction, comme on pourrait le croire, avec le fait que beaucoup de glaciers ne paraissent pas s'élargir sensiblement à leur extrémité, bien qu'ils se terminent sur un espace très-étendu ; ces glaciers n'en ont pas moins une tendance expansive et tracent des stries plus ou moins divergentes ; seulement les causes de chaleur produisent une fusion énergique sur tout leur contour et les empêchent de s'étendre, toutefois en laissant leur extrémité prendre une forme arrondie. D'ailleurs les phénomènes d'expansion que l'on observe à l'extrémité des glaciers doivent se produire dans toute l'étendue de leur trajet ; en effet, là où leur lit s'élargit, ils s'étendent de manière à en occuper presque toute la largeur et à creuser des stries divergentes ; au contraire, là où leur lit se resserre, ils s'amincissent et alors leurs sulcatures doivent affecter un certain degré de convergence.

Autour des glaciers du Justedal les flancs des montagnes sont rugueux et décharnés, excepté dans la partie la plus basse. Les flancs des hautes montagnes qui environnent les glaciers du Justedal diffèrent beaucoup par leur physionomie des rochers érodés et polis qui entourent plusieurs des grands glaciers dans les Alpes, tels que celui de l'Aar, du Rhône, etc. On n'y aperçoit pas de traces bien marquées d'usure ou de polissage, leur surface est rugueuse et décharnée, et sur leurs pentes on voit d'immenses talus d'éboulement ; c'est seulement dans le fond des vallées que la roche est polie, les stries anciennes se montrent rarement à plus de 150 ou 200 mètres au-

dessus du lit du fleuve (1). Mais en Suisse, sur les flancs des montagnes, on voit les sulcatures s'étendre jusqu'à la région des névés ; c'est seulement au-dessus de la limite des neiges perpétuelles que la crête des montagnes est raboteuse et présente des arêtes et des pics aigus.

*Remarques sur les effets des glaciers actuels comparés aux phénomènes erratiques.*

J'ai décrit fidèlement les caractères des sulcatures que les glaciers de la Norvège ont tracées à la surface des rochers : quoique je sois peu porté à admettre l'immense extension que beaucoup de géologues veulent attribuer aux glaciers de la période antéhumaine, surtout quand il s'agit d'en déduire l'explication des phénomènes erratiques de la Scandinavie, je reconnais néanmoins que les érosions des glaciers actuels ont une assez grande analogie avec celles qu'ont produites les agents erratiques, et c'est cette ressemblance, habilement mise en lumière par MM. Agassiz, de Charpentier, Forbes, etc., qui a conquis un grand nombre de partisans à la théorie glaciaire.

Mais ces effets mécaniques sont-ils exclusivement propres aux glaciers ? N'y a-t-il pas d'autres agents qui puissent en produire d'analogues ? Toutes les

Des érosions analogues à celles des glaciers peuvent être produites par d'autres causes, ainsi par le glissement de rochers les uns sur les autres.

(1) Je ne prétends pas conclure que la zone sur laquelle se sont développés les agents erratiques du Justedal avait seulement une élévation de 200 mètres ; car en divers endroits, ainsi près du lac de Stygge, à l'extrémité de l'une des branches du Justedal, j'ai vu des stries à une altitude de plus de 1.200 mètres au-dessus de la mer. Il est possible que les traces du phénomène erratique aient été en grande partie effacées sur les flancs de la vallée principale, par suite des dénudations plus récentes, comme j'ai reconnu que c'est arrivé dans beaucoup de vallées des Alpes françaises.

fois que des matériaux d'une dureté suffisante seront frottés avec une grande force contre la surface des rochers, n'y aura-t-il pas usure, polissage et rayure? Le fait incontestable que les glaciers polissent et strient les rochers, n'est pas une preuve évidente que les érosions anciennes sont l'œuvre des glaciers; car j'ai vu en beaucoup d'endroits dans les Pyrénées, dans les Alpes (près le Teufelsbrücke par exemple, vallée de la Reuss) et principalement en Bretagne, des cannelures (stries et sillons) semblables à celles des glaciers et des agents erratiques, et qui cependant sont le résultat bien certain du glissement de surfaces rocheuses les unes contre les autres, car on voit ces érosions se prolonger en dessous des parties exposées à l'air, là où les surfaces sont encore en contact. C'est sur des roches dures, sur du quartzite, que ces traces de glissement se voient le plus fréquemment et sont le mieux conservées; je pourrais en citer de nombreux exemples: il y en a sur le gneiss mélangé de granite à l'embouchure de la Rance, près Dinard (Ille-et-Vilaine); sur le quartzite il y en a à l'embouchure de la rivière de Châteaulin (Finistère), sur la rive droite, en face Landévenec; sur les rochers de la chapelle Saint-Roch, près Blain (Loire-Inférieure); à Roche-Blanche, aux environs d'Ancenis, etc.; on en voit aussi dans la carrière de schiste ardoisier de la Pampille, aux environs de Rennes (Ille-et-Vilaine). Plus tard, j'aurai probablement l'occasion de décrire le striage que présentent beaucoup de rochers en Bretagne; maintenant je me borne à constater que ce striage offre, considéré en petit, une assez grande analogie avec les sulcatures des glaciers et celles des agents erratiques, pour que l'on puisse confondre ensemble des plaques de roches cannelées

ayant ces trois origines. Je puis ajouter ici que M. de Buch considère les surfaces polies et striées de la Scandinavie comme le résultat du glissement de masses granitiques les unes sur les autres.

La faculté de polir et de strier n'est donc pas exclusivement propre aux glaciers, et l'on conçoit que des débris pierreux de diverses grosseurs, entraînés d'un mouvement très-rapide dans un courant boueux, produisent aussi des effets analogues, bien que des galets et des graviers ballottés par le mouvement ondulatoire des vagues de la mer ou charriés par une rivière, ne puissent pas, dans les circonstances ordinaires, creuser des stries fines sur le roc solide. Cette différence me paraît tenir à ce que la pression de l'eau se transmettant dans tous les sens et l'eau s'interposant entre les graviers, les cailloux et la surface des rochers, chaque détritit agit comme s'il était isolé, en raison de son propre poids diminué du poids du volume d'eau qu'il déplace. Le pouvoir érosif de ces matières dépend de leur poids et de la force vive qu'elles possèdent; il sera donc très-faible dans les circonstances habituelles, d'autant plus faible que le courant sera moins rapide et que les matériaux seront d'un plus petit volume. Mais il n'en sera pas ainsi dans un courant d'une violence extrême, roulant des fragments d'un très-gros volume et d'un très-grand poids; à cause de leurs aspérités des blocs peuvent creuser des stries fines, de même que des sables très-ténus, comme le montrent les rochers striés le long d'une faille par le glissement des surfaces en contact. En outre, il est à noter qu'un courant boueux, chargé de détritit et présentant une certaine consistance, n'est pas dans les mêmes conditions que les courants d'eau ordinaires qui

Conditions nécessaires pour que le roc solide puisse être strié par des courants.

possèdent une liquidité presque parfaite; les matières situées au fond et jouant le rôle d'agents érosifs peuvent alors éprouver une certaine pression provenant de la masse de débris située au-dessus; elles exerceront un frottement considérable sur le fond et seront susceptibles de le strier. Mais quand un rocher en strie un autre, si leur dureté est à peu près la même, il prend lui-même l'empreinte de la partie saillante des cannelures tracées sur le rocher inférieur, de façon qu'il se produira des fragments striés tels qu'on en trouve dans le terrain erratique et sur les moraines des glaciers; la présence de ces fragments dans les dépôts de transport des Alpes et de la Scandinavie ne me paraît pas fournir aux glacialistes un argument irrésistible en faveur de leur hypothèse.

Considérations  
sur les théories  
glaciaires et dilu-  
viennes.

Cependant il faut reconnaître à la théorie glaciaire un avantage incontestable, celui d'invoquer une cause d'une grande simplicité et de faire intervenir des agents qui produisent encore de nos jours, mais sur une échelle incomparablement plus petite, des effets analogues à ceux qui ont eu lieu anciennement; tandis que dans les théories diluviennes, les causes que l'on suppose avoir été en jeu ne fonctionnent pas aujourd'hui dans les mêmes conditions qu'autrefois, et par suite elles ne produisent pas sous nos yeux des effets tout à fait semblables à ceux du phénomène erratique. La supposition de courants très-puissants, qui a été admise depuis de Saussure jusqu'à cette époque, présente des difficultés véritables; elle implique des conditions que ne peut réaliser l'état de repos où se trouve actuellement notre globe; elle exige un cataclysme; tandis que les conditions de la théorie glaciaire semblent être plus simples et se réduire à un changement de climat.

Cependant si l'on examine les contrées boréales qui ont un climat très-froid et sont entourées d'une atmosphère très-humide, on n'y remarque pas un développement d'actions glaciaires qui justifie les exigences de la théorie; un abaissement de plusieurs degrés dans la température moyenne pourra produire dans les Alpes et dans la Scandinavie des effets analogues à ceux qui ont lieu dans les régions polaires, mais il ne pourra déterminer le développement et le mouvement des glaciers dans des conditions autres que celles où ils ont lieu aujourd'hui.

Un des points essentiels de la question consiste donc à rechercher si ces conditions coïncident avec celles où se sont produits les phénomènes erratiques: or il y a des différences bien marquées dont je me bornerai à citer ici quelques-unes. Jusqu'à présent on ne connaît de glaciers que dans des régions montagneuses, et j'ai observé que, même dans les contrées polaires, la présence d'une cime isolée ne suffit pas pour qu'il se forme des glaciers, mais qu'il doit y avoir un groupe de rochers ou un massif découpé en plusieurs parties, présentant des gorges ou des anfractuosités. La disposition du sol de la Suède et de la Finlande, en forme de plateaux ondulés d'une immense étendue, est donc peu favorable à la formation et au développement des glaciers.

La considération des pentes fournit un moyen d'appréciation encore plus précis et constitue une des plus graves objections que l'on puisse faire à l'hypothèse glaciaire. On n'observe pas de glaciers dans les Alpes, je n'en ai pas vu non plus ni au Spitzberg, ni en Norvège, qui se meuvent sur une étendue de quelques kilomètres avec une pente notablement inférieure à trois degrés; or, M. Élie

Difficultés relatives à la formation et au développement des glaciers diluviens.

Les pentes de la limite supérieure de la zone erratique dans la vallée du Rhône sont beaucoup plus faibles que celles des glaciers actuels.

de Beaumont, qui a formé un tableau des pentes du terrain erratique de la vallée du Rhône dans les Alpes (1), a montré que l'inclinaison de la limite supérieure de la zone erratique n'est en moyenne que de 20' du Grimsel au Chasseron; elle s'abaisse en certains endroits jusqu'à 3', et n'est jamais supérieure à  $2\frac{3}{4}^{\circ}$ : cet illustre géologue conclut que ces pentes sont intermédiaires entre celles des glaciers actuels et celles des cours d'eau; elles sont beaucoup plus faibles que celles des glaciers, mais incomparablement plus grandes que celles des rivières les plus rapides, et elles représentent l'inclinaison de torrents d'une extrême violence.

Inclinaisons moyennes des surfaces striées par les agents erratiques de la Scandinavie.

En Suède et en Finlande, les agents erratiques n'ont pas suivi une vallée ou un bassin, mais ils se sont étendus sur toute la contrée, traversant une série de plateaux et de vallées, laissant leurs traces sur les hauteurs comme dans le fond des dépressions; il n'y a donc pas lieu ici de déterminer la limite supérieure de la zone erratique, mais la connaissance de l'inclinaison moyenne des surfaces striées peut éclaircir la nature du phénomène. La théorie du mouvement des glaciers par la dilatation permettait de supposer que les glaciers diluviens auraient pu se mouvoir sur des surfaces horizontales ou même en remontant; mais les expériences de M. Forbes ayant complètement infirmé cette théorie et ayant démontré que les glaciers se meuvent sous l'action de la gravité, il est nécessaire pour cela que le sol sur lequel ils reposent présente une certaine inclinaison.

Or, les plateaux à la surface desquels se sont mues les masses érosives qui ont strié la partie

(1) Annales des sciences géologiques, 1842. Note sur les pentes de la limite supérieure de la zone erratique, par M. Elie de Beaumont.

méridionale de la Suède, présentent une série de plans inclinés à pentes opposées, ou, pour ainsi dire, une succession de toits dont les arêtes sont formées par les lignes de partage des eaux; le mouvement général des agents erratiques ne s'est pas effectué parallèlement à ces arêtes, mais dans un sens oblique et souvent transversal, tantôt en descendant et tantôt en remontant. D'ailleurs, si l'on suppose un plan incliné passant par les crêtes les plus élevées et s'abaissant vers la mer suivant la direction générale des érosions dans l'est de la Suède (N.-N.-O., S.-S.-E.), ce plan sera incliné seulement de quelques minutes (7 à 8' au plus).

En Finlande, la surface sur laquelle s'est effectué le mouvement des corps érosifs sur 5 à 600 kilomètres de longueur, a une pente nulle ou même légèrement ascendante; car ils ont envahi la côte occidentale de ce pays en remontant du golfe de Botnie vers la terre ferme, et ils se sont étendus jusqu'à l'extrémité du golfe de Finlande et au lac Ladoga.

La disposition des stries dans l'E. du Jemtland est encore plus remarquable; la cime d'Areskuttan, la plus haute du Jemtland, élevée de 1484 mètres, a été striée par des masses venant de l'O. et s'avancant de l'O.-N.-O. vers l'E.-S.-E., qui ont laissé sur cette cime des blocs erratiques de granite et qui ont érodé suivant la même direction toute la contrée environnante. Mais de toutes les cimes situées à l'O., à l'O.-N.-O. et au N.-O. d'Areskuttan, Kelahögen qui est la plus élevée et se trouve à 50 kilomètres de distance sur la frontière de Norwège, a une hauteur de 1262 mètres: ainsi, en admettant que les masses érosives en soient parties elles auraient eu un mouvement ascensionnel et se seraient élevées, au minimum, à 222 mètres

au-dessus de leur point de départ. D'ailleurs, avant d'arriver à Areskuttan, elles ont dû traverser le lac de Tengsjön, élevé seulement de 448 mètres au-dessus de la mer; il entoure la base de cette montagne du côté occidental et sur ses bords on voit des stries dirigées de la même manière, de l'O.-N.-O. à l'E.-S.-E.

Il est difficile que la Scandinavie ait présenté lors de la période erratique des conditions favorables au mouvement des glaciers.

Le mouvement des glaciers n'étant autre chose que celui de corps graves placés sur un plan incliné, on voit que le sol de la Suède et de la Finlande ne satisfait pas aux conditions nécessaires à ce mouvement: les surfaces parcourues par les agents erratiques ont formé dans un cas un plan incliné de quelques minutes seulement (Suède orientale), dans un deuxième cas, un plan horizontal (Finlande), et dans un troisième cas, un plan à pente ascendante (Jemtland). Il est très-difficile d'admettre que lors de la période erratique, le sol de ces contrées ait été disposé d'une manière favorable au mouvement des glaciers: on peut supposer un exhaussement ou un affaissement de certaines parties de la Scandinavie; mais comme cette contrée offre des plans inclinés à pentes opposées, séparés par les lignes de partage des eaux, il faudrait que la disposition de ces lignes de partage eût changé depuis la dernière période géologique, ce qui est fort peu probable.

D'ailleurs, nous avons vu (page 56) que l'inclinaison du fond des glaciers actuels ne paraît pas s'abaisser au-dessous d'un degré; or, pour donner à la Finlande la disposition d'un plan incliné d'un demi-degré seulement, ayant une longueur suivant sa pente, de 500 kilomètres, égale à la distance parcourue en ligne directe par les agents érosifs, de Gamle-Carleby à l'extrémité du golfe

de Finlande, il faudrait supposer que les rives du golfe de Bothnie auraient été, à cette époque, plus élevées de 4.363 mètres que celles de la côte de Viborg: mais une déformation aussi considérable, opérée depuis la dernière révolution de la surface du globe, est inadmissible, surtout si l'on considère que les plus hautes montagnes de la Scandinavie n'atteignent pas 3.000 mètres.

L'hypothèse glaciaire présente encore des difficultés très-grandes, si l'on se demande comment des glaciers auraient pu traverser les golfes de Botnie et de Finlande, ainsi que la mer Baltique, comment ils auraient pu remonter sur les rives opposées et y creuser des stries. D'ailleurs, en admettant qu'un abaissement de température de plusieurs degrés fit naître des glaciers sur les plateaux de la Scandinavie, et qu'ils pussent se mouvoir malgré la faiblesses des pentes, on peut objecter qu'ils prendraient une route différente de celle qu'ont suivie les agents erratiques dans leur mouvement général; ils descendraient le long des vallées dans le sens des grands cours d'eau, au lieu de se mouvoir obliquement ou transversalement. J'ai montré en outre (1) que les grands systèmes d'érosion ne sont point descendus des hautes montagnes situées dans le S.-O. de la Norvège; ils ne divergent point des sommités les plus élevées, mais de plates-formes ondulées et tuberculeuses, dont les parties basses, fréquemment occupées par des lacs, ont une altitude de 6 à 700 mètres au-dessus de la mer, et dont les parties hautes s'élèvent à 1.000, 1.100 et 1.200 mètres,

Autres difficultés relatives à l'hypothèse d'une ancienne extension des glaciers sur une grande partie de la surface du Nord de l'Europe.

(1) Bulletin de la Société géologique, 2<sup>e</sup> série, t. IV, p. 29, novembre 1846.

On n'y voit point aujourd'hui de glaciers proprement dits, mais seulement quelques taches de névé; ces plates-formes et les cimes isolées qui les dominent ne sont pas disposées de manière à donner naissance à de grands et puissants glaciers, car nous avons vu qu'ils se forment seulement dans les endroits où il y a des groupes de pics ou des massifs analogues par leur structure à ceux des Alpes, présentant de vastes cirques, des gorges à pentes convergentes qui servent de réservoirs à de grands amas de neige et de glace.

La presque totalité des dépôts de transport de la Scandinavie ne peut être assimilée à des moraines.

D'ailleurs, la presque totalité des dépôts de transport de la Scandinavie n'offre pas de ressemblance avec les moraines que déposent les glaciers, vu qu'ils sont composés en majeure partie de sable et de graviers; presque tous les fragments qui s'y trouvent sont usés ou roulés, sauf les blocs gigantesques qui gisent à leur surface; on y remarque fréquemment des indices de stratification et de triage par ordre de grosseur et de nature. Aussi plusieurs glacialistes ont-ils été forcés de reconnaître l'origine aqueuse de ces dépôts; ils les considèrent alors comme ayant été formés aux dépens d'anciennes moraines. Mais ce n'est qu'une pure hypothèse, car il ne reste plus de traces de ces supposées moraines: c'est seulement dans des montagnes situées en Norvège ou à la séparation de la Norvège et de la Suède que l'on trouve quelquefois des entassements de débris plus ou moins anguleux qui, par analogie, peuvent être comparés à des moraines; mais ces dépôts, que l'on observe sur le flanc de quelques montagnes, principalement dans des ravins ou dans le haut de certaines vallées, paraissent être le produit de causes locales et non de ces actions générales qui

se sont étendues sur toute la Suède et la Finlande. Quant aux blocs erratiques gigantesques, on ne peut guère contester qu'ils n'aient été transportés par des radeaux de glaces flottantes, comme je l'ai fait voir dans le mémoire que j'ai présenté à l'Académie en 1840 (1).

Ainsi, dans le grand phénomène du Nord de l'Europe, l'érosion des rochers et la présence de quelques fragments striés sont les seuls effets dont l'origine soit douteuse et que puissent invoquer les glacialistes pour appuyer leur hypothèse de l'ancienne extension des glaciers sur toute la Scandinavie et même jusqu'aux rivages du Danemark, du Nord de l'Allemagne et de la Russie, car on y remarque aussi des érosions en quelques endroits où les rochers ont assez de solidité pour en conserver la trace.

*De la couleur des glaciers, des glaces flottantes, et des eaux qui proviennent de leur fusion.*

Je ne m'arrêterai point à décrire une couleur particulière que présente assez fréquemment la neige sur les côtes du Spitzberg pendant l'été, c'est la couleur rouge; ici comme dans les Alpes, la neige ne se montre pas avec cette couleur, lorsque la température est inférieure à zéro, mais seulement lorsque le dégel a commencé depuis quelque temps: je rappellerai que, d'après les recherches de plusieurs naturalistes (2), cette teinte particulière est due au développement d'êtres organisés, de très-petits infusoires et d'algues microscopiques.

De la neige rouge.

(1) Voyage en Scandinavie, géologie, t. I.

(2) Etudes sur les glaciers, par L. Agassiz, p. 62.

Couleur générale  
des glaciers.

Les glaciers du Spitzberg, comme ceux des Alpes et de la Scandinavie, offrent sur les parois de leurs crevasses et aussi sur leur façade une coloration plus ou moins prononcée, qui varie du bleu de ciel au vert-émeraude : toujours cette teinte est plus intense dans les points où l'intérieur du glacier est mis à nu par des coupures qu'à sa surface supérieure, dont l'aspect général est d'un gris-blanchâtre. La couleur n'est pas la même sur tous les glaciers et, dans un même glacier elle varie d'un jour à l'autre, suivant les circonstances atmosphériques ; elle est plus brillante par un jour clair que par un temps sombre ; mais la teinte bleue est plus foncée lorsqu'il vient de pleuvoir qu'au moment où l'atmosphère est très-sèche et où la surface de la glace n'est pas imbibée d'eau.

Différence de  
couleur entre les  
glaciers et les né-  
vés.

Quelle peut être la cause de cette variation dans l'intensité des couleurs, qui changent d'un jour à l'autre, et d'un glacier à l'autre ? Le contraste qu'offrent sous ce rapport les glaciers et les névés est frappant : ces derniers sont ordinairement blancs et sans éclat ; ils ne se montrent colorés que dans les parties qui ont commencé à se transformer en glace, et alors leurs crevasses présentent habituellement une teinte d'un vert tendre ou d'un vert-blanchâtre. L'état granuleux des névés et la présence de l'air qui s'y trouve interposé en grande quantité sont probablement les causes de leur aspect opaque et blanchâtre.

Circonstances  
favorables au dé-  
veloppement de  
la couleur bleue  
dans les glaciers.

La couleur bleue ne se développe que sur les glaciers proprement dits, et leur partie inférieure offre ordinairement des teintes azurées plus vives et plus intenses que les parties supérieures, situées à une plus grande élévation ; il est donc à présumer

qu'une structure un peu compacte est plus favorable à cet effet que l'état granuleux d'une masse dont les particules sont faiblement agglutinées. L'interposition de l'air à l'intérieur de la glace grenue la prive de la transparence et est défavorable à la production de la couleur bleue ; au contraire, lorsque les pores de la glace sont remplis par de l'eau, cette couleur augmente d'intensité ; c'est ce que l'on remarque à la suite des jours de pluie et dans les parties des glaciers qui sont arrosées par des filets d'eau ou de petits ruisseaux.

D'ailleurs, j'ai vu au Spitzberg des preuves convaincantes de ce fait : les glaces qui s'éboulent des glaciers du littoral et qui flottent à l'intérieur des baies ou le long des côtes offrent des couleurs très-vives, tantôt d'un bleu de ciel tendre, tantôt d'un bleu de cobalt très-foncé. La portion qui avoisine la ligne de flottaison et qui est plus imbibée d'eau présente une coloration plus intense que les parties plus élevées ; c'est ce qui me fit penser que la présence de l'eau dans les pores et les fissures de la glace était favorable au développement de cette teinte. J'acquis bientôt la confirmation de cette idée quand j'observai les glaces flottantes au moment où elles se brisent et viennent à chavirer : elles prennent alors un mouvement d'oscillation pendant lequel la partie qui était précédemment immergée s'élève au-dessus de la surface des eaux ; à l'instant de son émergence elle offre une coloration bleue très-prononcée, mais à mesure que l'eau remplissant les vacuoles de la glace s'écoule et est remplacée par de l'air, la coloration diminue peu à peu d'intensité ; elle est donc inhérente à la présence de l'eau en remplacement de l'air dans les pores de la glace. Il

De la couleur  
des glaces flot-  
tantes provenant  
de l'éboulement  
des glaciers.

paraît que dans ce cas la lumière incidente est décomposée, que les rayons bleus sont seuls renvoyés vers l'observateur, et que les autres rayons sont absorbés. Ce sont probablement des circonstances analogues qui déterminent les variations de teinte que l'on observe sur plusieurs glaciers ou sur les diverses parties d'un même glacier; celles qui ont la structure la plus compacte, qui contiennent le moins d'air et surtout celles qui sont le plus imbibées d'eau, doivent offrir les teintes les plus vives, et l'on comprend aussi pourquoi la coloration des glaciers acquiert plus d'intensité à la suite des jours de pluie.

Couleur de l'eau qui s'écoule des champs de neige.

L'eau qui provient de la fonte des neiges et des glaciers se distingue habituellement par sa couleur des eaux pluviales ou des eaux de source; j'avais déjà fait quelques remarques sur ce phénomène, lorsque je visitai les Alpes; j'ai eu de fréquentes occasions de l'observer pendant mon dernier voyage en Scandinavie. Les ruisseaux ou les torrents qui s'écoulent des champs de neige et les lacs où se réunissent leurs eaux, m'ont offert en général une teinte bleue ou d'un bleu-verdâtre, et quelquefois verte. D'un lieu à un autre cette teinte varie d'intensité et de ton entre le vert et le bleu: ainsi, près de Lomm, l'*Otte-Elv* est bleu, le *Grönen-Elv* (rivière verte), qui est alimenté par la fonte des neiges et des glaces du Sneehättan et de Skreahög, a une teinte d'un vert bleuâtre à l'endroit où il se réunit au Lougen; il en est de même du Faardals-Elv, qui se jette dans le Fiord d'Aardel. Les lacs de la vallée de Vaage sont bleus, mais le lac qui se trouve à l'extrémité du glacier du Sneehättan paraît vert du haut de cette montagne. Néanmoins la plupart des lacs de Norwège où se jettent les eaux provenant des champs

de neige ou des glaciers, tels que les lacs de Lomm, de Stygge, de Bolstad, d'Aardal, etc., ont une teinte qui se rapproche plus généralement du bleu que du vert: du reste, il y a des passages fréquents d'une couleur à l'autre.

L'eau produite par la fusion des neiges ou des hauts névés n'a pas tout à fait la même teinte que celle qui s'écoule des glaciers, surtout lorsque ceux-ci ont des moraines où il entre beaucoup de sable, d'argile ou de matières terreuses. On sait que l'eau des torrents alimentés par des glaciers est trouble à cause des menus détritiques qu'elle tient en suspension: ces matières pulvérulentes ont généralement une teinte grise qu'elles tendent à communiquer à l'eau. Quand elles ne s'y trouvent pas en trop grande abondance, elles en salissent simplement la couleur bleue, qu'elles font passer au bleu sale, au bleu laiteux ou bleu-blanchâtre.

Couleur de l'eau provenant de la fonte des glaciers.

La teinte bleue s'observe aussi en Suisse dans les eaux de beaucoup de lacs et de rivières; elle n'avait point échappé à l'attention de H. Davy, d'Ebel et d'autres savants; cependant elle m'a paru être un peu moins visible dans les rivières de ce pays, parce que, en raison du plus grand développement des moraines glaciaires, de la plus grande rapidité des torrents et d'autres causes qu'il serait trop long de détailler, les eaux sont en général plus chargées de limon et charrient des détritiques de natures et de couleurs plus variées, dont elles tendent à prendre la teinte. Il est évident qu'alors la couleur bleuâtre doit être, pour ainsi dire, masquée et d'autant plus difficilement perceptible que les eaux sont plus troubles. Ainsi me trouvant au milieu des montagnes du Lang-

field et du Justedal au moment de pluies abondantes, j'ai vu changer la teinte des rivières à mesure que leur volume grossissait, et celles qui les jours précédents paraissaient bleuâtres, roulaient alors des eaux limoneuses et d'un gris sale.

L'influence colorante des détritiques terreux se manifeste clairement lorsque les eaux sont obligées de traverser des lacs, comme cela se voit dans plusieurs vallées de la Norvège et des Alpes: elles y séjournent quelque temps et se purifient en déposant une grande partie des substances minérales qu'elles tiennent en suspension; alors leur couleur paraît bleue ou verte. Aussi la plupart des lacs de la Suisse qui sont alimentés par des eaux de neige ou de glace ont une teinte qui varie du bleu au vert.

La couleur azurée des eaux qui s'écoulent des champs de neige leur est propre et ne peut être considérée comme un reflet du ciel, car elle est encore bien marquée lors même que le ciel est sombre, brumeux ou chargé de nuages; cependant elle éprouve des variations de nuances et diminue généralement d'intensité à mesure que les rivières s'éloignent de la partie centrale des hautes montagnes, parce qu'elles reçoivent alors des affluents descendant de régions plus basses, où il n'y a ni glaciers ni champs de neige. La teinte bleue est souvent encore visible à une distance de plus de 13 myriamètres de l'origine des rivières, ainsi à l'embouchure de l'Otte-Elv dans le Lougen (Guldbrandsdal). Après le confluent, l'Otte-Elv coule pendant quelque temps sans se confondre avec l'autre rivière; il forme un large sillou bleuâtre, qui se distingue nettement des eaux grises du Lougen, puis le mélange s'opère peu à peu, et les

deux rivières réunies ensemble ne présentent plus qu'une coloration faible, vu le grand volume du Lougen qui sort du lac de Lessøe; il est impossible de contester ici la différence de couleur qui existe entre les eaux ordinaires et celles qui s'écoulent des glaciers et des champs de neige.

L'eau qui remplit les cavités en forme de baignoires, de puits, etc., à la surface des glaciers, présente aussi une teinte d'azur, mais au lieu d'être trouble comme celle qui s'écoule de leur extrémité, elle a une limpidité parfaite. D'ailleurs, l'eau qui imbibe l'intérieur des glaciers et qui contribue puissamment à y développer la couleur bleue, agit probablement de deux manières, d'abord en facilitant la transmission de la lumière par sa substitution à l'air et rendant ainsi la masse plus transparente; elle agit ensuite par sa couleur propre. Quant à la glace, elle peut présenter elle-même des teintes diverses, variant du gris et du blanc au vert et au bleu, suivant qu'elle est granuleuse, persillée, faiblement agglutinée ou qu'elle a une structure compacte.

L'agitation des eaux semble quelquefois rendre leur couleur propre plus sensible; je l'ai souvent remarqué aux endroits où elles coulent avec rapidité; je rappellerai ici un fait bien connu, c'est que le Rhône, à sa sortie du lac de Genève, présente une teinte d'un bleu foncé, tandis que sur le lac lui-même cette teinte est un peu moins prononcée. Il n'est pas nécessaire qu'il y ait une très-grande profondeur d'eau pour que la couleur bleue se manifeste; ainsi je l'ai observée en Norvège sur des torrents ou sur des lacs, dans des endroits où il n'y avait qu'une épaisseur d'eau de 1<sup>m</sup>,50 à 2 mètres; dans certains cas, l'œil perceoit à la fois la couleur

De l'eau qui se trouve à la surface et à l'intérieur des glaciers.

grise des rochers qui forment le fond et la couleur bleue des eaux qui coulent au-dessus.

Couleur des eaux de la plupart des fleuves et des lacs de la Suède.

La plupart des fleuves de la Suède et des grands lacs qui s'y trouvent ne sont point alimentés par la fusion des neiges ou des glaces, aussi leurs eaux au lieu d'être bleues sont grises ou d'un gris-verdâtre, comme les eaux de la plupart des rivières et des étangs que nous avons en France; mais en Laponie, en Finlande et dans quelques parties de la Suède, il y a des rivières et des lacs dont les eaux, sans être troubles, ont une teinte particulière d'un jaune-rougeâtre, qui tient probablement à la présence du peroxyde de fer, et qui serait alors en relation avec le phénomène de la production actuelle des minerais de fer de lacs et de marais.

A quoi tient la différence de couleur entre les eaux bleues et les eaux grises ou d'un gris-verdâtre.

Quant à la cause de la différence qui existe entre la couleur des eaux douces les plus communes (le gris ou le gris-verdâtre) et la teinte bleue que possèdent généralement les flots de la mer, comme les ruisseaux et les lacs alimentés par la fonte des neiges, il n'est pas facile d'en donner une explication complètement satisfaisante. Il est probable, comme le pense M. Arago (1), que le bleu est la couleur propre de l'eau, quand elle est tout à fait pure; les substances salines que la mer tient en dissolution sont incolores et ne paraissent pas en modifier notablement la teinte. Toutefois les eaux que produit la fusion des neiges sont les plus pures et se trouvent dans les conditions les plus favorables pour manifester la couleur propre à l'eau; mais en quoi les eaux des rivières ordinaires en diffèrent-elles essentiellement? Souvent elles sont colorées par

(1) Comptes rendus de l'Académie des sciences, t. VII, p. 219.

des détritux argileux, c'est ce que l'on reconnaît avec évidence dans certaines circonstances, au moment des crues par exemple.

Cependant il est bien des cas où il faut recourir à une autre explication: ainsi, en Norvège, certains torrents qui s'écoulent des glaciers et qui sont chargés de détritux pulvérulents ne perdent pas tout à fait leur couleur azurée, tandis que l'on voit couler auprès de ces eaux plus claires et qui sont d'un gris-vert, au lieu d'être bleues, parce qu'elles n'ont pas la même origine. Leur différence de coloration ne peut donc provenir des matières minérales tenues en suspension; elle me paraît due plutôt à la présence de substances organiques du règne animal et surtout du règne végétal, qui sont renfermées dans les eaux ordinaires; c'est sans doute cette cause qui donne à beaucoup de rivières, de lacs et d'étangs leur teinte générale d'un gris-verdâtre (1), et qui empêche la couleur bleue de s'y manifester. Pro-

(1) J'ai vu le développement de végétaux cryptogames se manifester rapidement dans les eaux qui renferment de faibles quantités de matières organiques; ainsi, de l'eau de source limpide et d'excellente qualité, prise à Rennes et abandonnée à elle-même dans un flacon en verre bouché à l'émeri, a laissé au bout d'une quinzaine de jours, déposer au fond de ce flacon des corpuscules végétaux, d'abord très-ténus, mais qui plus tard sont devenus de plus en plus visibles, en prenant une teinte verte, avec mélange de parties d'un gris-jaunâtre. En augmentant de volume et s'agrégeant ensemble, ces corps ont pris la forme de conferves bien reconnaissables, réunies par touffes de 5 à 6 millimètres de hauteur. J'ai vu le même phénomène de végétation se produire dans de l'eau distillée, contenue également dans des flacons bouchés, mais obtenue dans des alambics de pharmacie qui avaient servi à la distillation de matières organiques.

bablement aussi c'est à la présence de matières organiques, en proportion plus ou moins forte, que l'on doit attribuer les variations de teintes, du bleu au vert, que l'on remarque dans les eaux tirant leur origine des glaciers; ainsi, d'après H. Davy, quand la teinte d'un lac de la Suisse passe du bleu au vert, c'est que les eaux se sont imprégnées de matières végétales. On observe quelquefois des circonstances analogues au milieu de l'Océan; ainsi autour des glaces les mers polaires sont habituellement d'un beau bleu, mais il s'y trouve des bandes vertes très-étendues et bien tranchées, dont Scoresby a attribué l'origine aux myriades de méduses qui s'y trouvent et qui, ayant une teinte jaune, changent le bleu de l'eau en vert. La couleur du fond et le mouvement des vagues peuvent donner lieu à des changements analogues dans la teinte des eaux de la mer, comme l'a clairement expliqué M. Arago (1).

Les eaux qui s'écoulent des champs de neige et de glace ne doivent pas généralement contenir de substances végétales en quantité notable (2);

(1) Comptes rendus, etc., t. VII, p. 220.

(2) Les corpuscules animaux et végétaux que l'on trouve à la surface des glaciers et qui communiquent à la neige cette teinte rouge qu'elle offre quelquefois, doivent se retrouver, comme l'a fait observer, depuis la rédaction de ce mémoire, M. E. Collomb, dans l'eau qui s'en écoule; mais probablement ils n'y sont qu'en faible proportion comparativement à la quantité de substances organiques renfermées dans les eaux ordinaires: ainsi, M. Deville a constaté par l'analyse que dans les eaux bleues du lac de Genève il n'y a pas de matière colorée, tandis qu'il a reconnu dans les autres eaux la présence d'une substance organique, jaune et identique, suivant lui, aux acides créniques de M. Berzélius.

et par suite, elles doivent offrir, quand elles ne sont pas tout à fait limoneuses, la teinte bleue qui paraît propre à l'eau chimiquement pure; mais, au contact de l'air, elles s'imprègnent peu à peu des particules organiques et des sporules qui s'y trouvent en suspension. et à mesure que le contact est plus prolongé, la proportion de matière organique doit augmenter. D'ailleurs les corpuscules végétaux peuvent prendre vie dans les points où ils trouvent des conditions favorables à leur existence, et ils doivent s'accroître de plus en plus par réduction de l'acide carbonique.

A mesure que les substances organiques contenues dans les eaux augmentent en quantité, quelle qu'en soit la nature, elles tendent à en modifier ou même à en effacer la couleur bleue par la superposition de celle qui leur est propre. On comprend d'ailleurs qu'en raison de leur origine, les eaux de source et celles de la plupart des rivières et des étangs des contrées basses doivent contenir des substances organiques en quantité plus ou moins grande, et ne peuvent avoir la même teinte que les eaux provenant de la fonte des neiges.

## EXPLICATION DE LA PLANCHE I.

*Fig. 1.* Esquisse topographique des glaciers du Taléfre, du Lèchaud et du Tacul, qui se réunissent ensemble pour former la mer de glace de Chamouni; je l'ai tracée d'après la carte donnée par M. Forbes, dans son ouvrage intitulé : *Voyages dans les Alpes de la Savoie (Travels through the Alps of Savoy)*.

*Fig. 2.* Esquisse topographique du fond de la baie de la Madeleine, tracée d'après le plan qui en a été levé en août 1839 par MM. les officiers de la corvette la Recherche; on voit sur cette figure et sur la *fig. 3* que les glaciers occupent le fond des dépressions qui existent à la base des rochers du littoral.

*Fig. 3.* Vue de la baie de la Madeleine, représentant la structure des montagnes, la situation des glaciers et des champs de neige qui les alimentent.

G G = glacier du fond de la baie.

G<sub>1</sub> G<sub>2</sub> = glacier de la presque île des Tombeaux.

G<sub>3</sub> G<sub>4</sub> = glacier de l'entrée de la baie.

*Fig. 4.* Vue du glacier du Sneehättan, sur le Dovrefield (Norwège) : ce glacier occupe le fond d'un cirque ou d'un énorme effondrement; il prend naissance au pied de la muraille abrupte, hérissée de pics P, P', qui s'étend du Sneehättan vers Skreahög, et il est bordé du côté gauche par un escarpement E E' E'', qui a une hauteur d'au moins 6 à 700 mètres, et s'élève jusqu'à la crête du Sneehättan.

C C' C'', énorme crevasse qui s'étend le long du pied de la muraille abrupte; elle correspond au *bergschrund* de la Suisse allemande, à cette ouverture profonde qui se trouve sur la partie la plus

élevée des glaciers des Alpes, et qui rend très-difficile l'accès des hautes cimes.

D D' D'', autre grande crevasse qui s'étend tout le long du côté droit du glacier, et qui probablement est produite par une arête rocheuse située en dessous.

ee', ee', etc., crevasses transversales dont la convexité est tournée vers amont, et qui s'arrêtent à la crevasse longitudinale D D' D''.

On voit aussi un grand nombre de bandes parallèles très-nettement dessinées à la surface du glacier; elles présentent plusieurs inflexions, et sont coupées par les crevasses sous des angles plus ou moins grands.

Elles deviennent de moins en moins visibles, et disparaissent peu à peu dans la partie haute du glacier, qui tend à passer au névé; là aussi les crevasses deviennent rares et les moraines sont cachées sous la couche de névé.

M, M, M, etc., moraines discontinues, en forme d'îles, résultant d'éboulements produits à divers intervalles de temps.

L = lac auquel se termine le glacier du Sneehättan.

*Fig. 5.* Vue de l'amphithéâtre de glaciers qui se trouve à l'extrémité du vallon de Berset, dans le Justedal (Norwège).

AA = glacier situé sur le côté gauche de la vallée; il est exposé au S. 17° E.; il a une forte inclinaison, de 28° en moyenne; aussi est-il bouleversé et divisé par un grand nombre de crevasses entrecroisées dans tous les sens. Autour de lui on voit trois anciennes moraines qui aboutissent sur le flanc des rochers à une certaine hauteur au-dessus du niveau actuel du glacier, et qui, à partir de leurs points les plus élevés, s'écartent de plus en plus les unes des autres; la moraine extrême s'étend jusqu'au lit du torrent qui s'écoule du glacier central B. Depuis l'époque où ces amas de débris ont été déposés, il y a actuellement près d'un siècle, la végétation n'a pas encore pu s'y reproduire; c'est seulement sur la pente exté-

rieure de la moraine extrême que commencent à croître quelques petits bouleaux.

B, B = glacier central occupant le fond du vallon; c'est le plus considérable. Il a dans le bas, sur 1500 à 2000 mètres de longueur, une pente douce de 4 à 5°, puis son inclinaison augmente rapidement, s'élève d'abord à 10°, et un peu après à 30 et 35°; alors sa surface est très-déchiquetée et offre quelques aiguilles. A sa droite se trouve un très-petit affluent qui en est actuellement séparé par une moraine terminale.

Un peu au Sud se trouve un autre petit glacier C, C qui descend le long d'un ravin et qui est très-incliné.

Tous ces glaciers ont des moraines latérales et terminales, mais on n'y voit pas de moraine médiane; ils ont été autrefois beaucoup plus étendus que maintenant, et même à une certaine époque le glacier central B s'approchait beaucoup de A.

Au pied des flancs de la vallée il y a beaucoup de très-gros blocs de gneiss, dont une partie provient d'éboulements, et dont quelques-uns peuvent avoir été transportés par les glaciers lorsqu'ils étaient plus étendus qu'aujourd'hui.

Fig. 6. Vue de l'extrémité du glacier de Nygaard, prise du côté droit.

G G G = glacier de Nygaard qui descend le long d'un vallon latéral, et débouche dans la vallée centrale; à son extrémité il a une forme arrondie et présente des crevasses rayonnantes: on voit autour de lui d'énormes digues de débris qui s'étendent sur les flancs des rochers, comme cela a lieu autour du glacier de Berset.

R, R = rochers dont la surface a été polie et striée par le glacier, lors de sa plus grande extension.

Fig. 7. Vue du glacier de Lodals, prise du bord du Stor. Elv.

N, N, N = vastes champs de névé qui couvrent les plates-formes du milieu desquelles surgit la cime de *Lodalskaabe* (k), la plus élevée de cette région. Ces névés alimentent les deux glaciers de Lodals (LL)

et de Trangedals (TT). Sur ce dernier il n'y a pas de moraine médiane, et les moraines latérales ne s'étendent pas au delà de son extrémité actuelle; la forêt de bouleaux qui l'entoure porte aussi à conclure que le glacier de Trangedals s'était maintenu dans les mêmes limites qu'aujourd'hui, à une époque où les autres glaciers du Justedal s'étaient beaucoup agrandis.

Sur les flancs des rochers encaissant le glacier de Lodals se trouvent de vastes talus d'éboulement *eee*, *e'e'e*, etc., qui s'étendent jusqu'aux moraines latérales *lll*, *l'l'l*.

Il y a sur le dos de ce glacier une grande moraine médiane qui va en s'élargissant de plus en plus et se réunit avec la moraine latérale du côté gauche *lll* (voir fig. 9). Cependant l'assimilation des deux moraines n'est pas parfaite, car il reste encore entre les deux une concavité qui disparaîtrait complètement si le glacier avait une plus grande longueur.

La fig. 7 ne montre qu'une partie du glacier de Lodals, celle qui est dirigée du N.-O. au S.-E.; on ne peut voir la portion dirigée du N. au S. et située au pied de la muraille abrupte qui sert de soubassement au massif de *Lodalskaabe*.

Fig. 8. Vue de deux moraines médianes *m* et *m'* du glacier de Lodals.

*d*, *d'* = dépressions longitudinales situées sur chacun des bords de ces moraines.

*D* = dépression unique séparant les deux moraines *m* et *m'*.

Fig. 9. Coupe du glacier de Lodals, près de son extrémité.

*e*, *e'* = talus d'éboulement.

*l*, *l'* = moraines latérales.

*mm* = moraine médiane réunie avec la moraine latérale du côté gauche *l*.

*L* = partie du glacier non couverte de débris, située entre la moraine médiane *m* et la moraine latérale *l'*.

*Fig. 10.* Vue des cônes de graviers et de cailloux situés sur le bord de la moraine latérale du côté droit; j'ai représenté ici deux petites chaînes de cônes et de pyramides: en certains endroits les cônes sont séparés les uns des autres par une arête aiguë et dentelée, semblable à la crête d'une chaîne de montagnes.

*Fig. 11.* Vue représentant la disposition des bandes rubanées de glace bleue et blanche, et des crevasses qui les coupent transversalement.

## HISTORIQUE

### *Des mines de Rive-de-Gier.*

Par M. A. MEUGY, ingénieur des mines.

L'historique des mines de Rive-de-Gier comprendra deux époques distinctes. On résumera,

(1) Il convient, pour la complète intelligence du texte, d'avoir sous les yeux le plan de la topographie extérieure et souterraine du bassin houiller de Rive-de-Gier. Ce plan se trouve annexé à la notice géologique insérée dans le tome VII des Annales des mines.

C'est dans le courant des années 1843 et 1844, lorsque j'étais chargé de la surveillance des mines de Rive-de-Gier, que j'ai réuni les documents nécessaires à la rédaction de cet historique, dont M. Migneron, inspecteur général des mines du Centre, m'avait engagé à m'occuper. Le temps nécessité par le transfert de ma résidence de Rive-de-Gier à Lille et l'organisation de mon nouveau service sont les principales causes qui ont retardé jusqu'ici l'envoi de ce travail. M. Bayon, garde-mines de première classe, m'a parfaitement secondé pour tous les renseignements dont j'ai pu avoir besoin, et je me plais à lui témoigner ici toute ma reconnaissance. Le mémoire de feu M. Beaunier, sur la topographie extérieure et souterraine des mines de houille de la Loire, m'a été aussi d'un grand secours. Enfin les nombreuses visites de mines que j'ai faites pendant mon séjour à Rive-de-Gier m'ont permis d'étudier avec quelques détails l'ensemble des travaux souterrains et de consigner à la suite de l'historique relatif à chaque concession des extraits des procès-verbaux auxquels ces visites ont donné lieu.

L'historique des mines de Rive-de-Gier se lie intimement avec la notice géologique sur le bassin houiller, qui a été publiée en 1845 dans le tome VII des Annales

dans la première, tous les faits connus jusqu'au commencement du XIX<sup>e</sup> siècle, époque à laquelle de nouvelles richesses souterraines furent découvertes au centre de la vallée du Gier. On fera, dans la seconde, le récit des événements qui se sont succédé depuis 1800 jusqu'à nos jours.

### I<sup>re</sup> PÉRIODE.

**Grande couche.** L'exploitation de la houille à Rive-de-Gier remonte au moins à trois cents ans, si l'on en croit la tradition. Elle a commencé aux territoires du Mouillon et de Gravenand, où la grande couche, appelée aussi grande masse, a été reconnue pour la première fois par son affleurement, dont l'épaisseur est de 0<sup>m</sup>,60 à 0<sup>m</sup>,80.

**Bâtarde.** La couche bâtarde a été découverte en 1780. Les petits puits du vallon de Monissol datent de la même époque et n'ont jamais servi qu'à l'exploitation de cette couche; mais il est impossible de préciser exactement le point où elle a été reconnue et exploitée de prime abord.

**Bourrue.** La découverte de la bourrue est plus récente que celle de la bâtarde. Il paraît qu'elle a été rencontrée avant 1800 aux territoires de Grand-Feloin et de la Catonnière; car on a découvert tout récemment, dans le champ d'exploitation du puits Saint-Bonaventure (concession du Couloux), d'anciens travaux faits dans la bourrue, lesquels

des mines, et dont il forme le complément nécessaire. J'espère qu'il pourra être consulté avec quelque intérêt par toutes les personnes versées dans l'art des mines et spécialement par les ingénieurs et exploitants de la localité.

débouchaient au jour par plusieurs vieux puits dont on aperçoit à peine quelques vestiges à la surface du sol.

C'est au territoire du Mouillon et de Gravenand <sup>Territoires du Mouillon et de Gravenand.</sup> que l'extraction de la houille prit la plus grande extension, au commencement du XVIII<sup>e</sup> siècle. La régularité du gîte houiller, son peu de profondeur et la qualité du charbon offraient tant de garanties, que chacun s'empressait de creuser un puits dans sa propriété pour en retirer le combustible et le livrer au commerce. Mais le mauvais système d'exploitation résultant du défaut d'ensemble et de l'ignorance des extracteurs fit naître bientôt, à la surface du sol, des fissures par lesquelles les eaux s'infiltrèrent peu à peu dans l'intérieur des travaux. On ouvrit une première galerie d'écoulement qui pouvait assécher les mines jusqu'à 25 mètres de profondeur, et qui débouchait dans le ruisseau de Feloin. Cette galerie permit de continuer l'exploitation pendant quelque temps dans l'avalpendage de la grande couche; mais les eaux devenant de plus en plus abondantes amenèrent enfin la suspension des travaux.

Les propriétaires du sol jouirent exclusivement du droit des mines jusqu'en 1760, époque à laquelle la concession du Mouillon, qui comprenait alors les concessions actuelles du Mouillon, de Gravenand et de Crozagaque, fut accordée à une compagnie pour cinquante années. Cette compagnie fit exécuter la grande galerie d'écoulement qui débouche dans le Gier, en aval du moulin dit de la Ville, et qui se bifurque au puits Darnon, en se dirigeant d'un côté vers le Mouillon, par les puits Craponne, de la Croix, Bajard, etc., et de l'autre vers Gravenand, par les puits Louison, des

Sources, etc. Le dessèchement des mines permit aux extracteurs de creuser de nouveaux puits, parmi lesquels on peut citer ceux de la Pompe, de la Vigne, des Echelles, Fleurdelix, Guinard, Saint-Germain, Desgranges, Bonjour, Neuf, Bajard, Richardon, Donzel, de l'Eau et Grand-Puits, dont la profondeur varie de 40 à 90 mètres.

Territoire  
du Dorlay.

C'est vers 1730 qu'on découvrit un affleurement de la grande couche le long du ruisseau de Dorlay. A cette époque, on creusa dans ce territoire plusieurs puits d'une quarantaine de mètres au plus, qui servirent pendant quelque temps à l'extraction de la houille; mais bientôt le manque de moyens d'épuisement força de suspendre les travaux. L'exploitation fut reprise en 1776 par MM. Lafay, Chorel et compagnie, qui s'entendirent avec les concessionnaires du Mouillon pour opérer le dessèchement de leur mine, moyennant une certaine rétribution par hectolitre d'eau élevé au jour; mais en 1792, l'abondance des eaux du Dorlay força d'abandonner les travaux.

Ce fut en 1789 que MM. Fournas et consorts entreprirent le creusement du puits Fournas, qui fut arrêté à une profondeur de 80 mètres, par suite de la grande affluence d'eau venant des anciennes mines Lafay. La compagnie actuelle de la Grand-Croix reprit, en 1799, les travaux abandonnés par MM. Lafay et Fournas. Elle se mit en devoir d'épuiser les eaux au moyen d'une machine hydraulique qu'on établit au puits de la Roue. Cette machine était mue par l'eau du Gier. Cependant il fut impossible de rentrer dans les anciennes mines, qui dès lors furent tout à fait abandonnées.

Un affleurement de la grande masse a été reconnu, vers 1740, dans la vallée de la Durèze, où l'on a foncé les puits Rivat, Dubreuil, des Echelles, Pagis, Gobey, etc. Les puits Dubreuil et Rivat ont rencontré la grande couche, le premier à 40 mètres, et le second à 55 mètres. Le creusement du puits Dubreuil a été poursuivi sans succès jusqu'à 116 mètres, profondeur à laquelle on a rencontré le terrain primitif. Quant au puits des Echelles, il n'avait que 10 mètres de profondeur et servait à l'aérage et à la descente des ouvriers.

Territoire de la  
Haute-Cappe.

Le territoire de Monissol comprend la vallée de ce nom et une partie des concessions de Gravenand et de la montagne du Feu. Un groupe de petits puits, dont on voit encore les décombres, autorise à penser que l'exploitation y fut très-active dans le courant du XVIII<sup>e</sup> siècle. Elle aurait eu lieu en partie dans la bâtarde par les puits de la Garde, Montaland, Saint-Georges, Teillard, Chaize, etc., partie dans la grande couche par ceux du Flachat, Saint-Pierre et autres. C'est dans ce second champ d'exploitation qu'un incendie souterrain éclata en 1760. Les nombreuses fissures existant à la surface empêchèrent d'étouffer le feu, et comme on n'avait pas non plus les moyens de submerger les travaux, l'incendie fit de rapides progrès et dévora une grande partie de la houille. Durant de nombreuses années, la neige ne parut pas sur la montagne, qui, par suite, prit le nom de *Crêt du feu*. Le groupe de puits dont nous venons de parler était asséché par une petite galerie qui débouchait en un point de la vallée où l'on voit encore sortir de l'eau ferrugineuse.

Territoire  
de Monissol.

On désigne sous le nom de territoire du Haut-Reclus la partie de la concession de ce nom com-

Territoire  
du Haut-Reclus.

prise entre la route de Rive-de-Gier à Saint-Etienne et la limite sud du terrain houiller. Des exploitations isolées y ont été ouvertes vers 1780 et ont porté sur des lambeaux de la grande couche, dont l'enlèvement a produit des affaissements visibles dans le sol. Les puits d'extraction portaient les noms de Virieux, Thevenet, Dubouchet, Julien, du Plomb, du Châtaignier, etc. Leur profondeur maximum ne dépassait pas 80 mètres. Une galerie débouchant dans le ruisseau des Combes servait à l'écoulement des eaux.

Territoire  
des Combes.

Le territoire des Combes s'étend depuis le ruisseau des Flaches jusqu'à Pic-Pierre. Les travaux d'extraction, qui y ont été entrepris vers la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, ont porté sur la tête de la grande masse en trois points principaux : 1<sup>o</sup> dans le voisinage du ruisseau de Grézieux ; 2<sup>o</sup> près du ruisseau d'Egaurade, où le gaz apparut pour la première fois et brûla deux ouvriers ; 3<sup>o</sup> au sud des puits Coste, Thevenet et Saint-Maximin, où l'on voit les décombres provenant des anciens puits Journoud, Bonnard, etc. Ces différents puits n'avaient pas plus de 50 mètres de profondeur.

Territoire  
de Couzon.

La découverte de la houille au territoire de Couzon remonte à 1785. Divers petits puits portant les noms du Crou, de l'Allée, des Prairies, ont été creusés à cette époque près des affleurements de la grande couche, dans la portion de terrain comprise entre le ruisseau de Couzon et le chemin de Rive-de-Gier à Vienne, par le sieur Dumingi, propriétaire à St-Romain-en-Gier. Les travaux étaient conduits par le gouverneur Maigre, qui devint bientôt intéressé à cette entreprise, et fut plus tard le seul propriétaire auquel le seigneur du Lay concéda le droit d'extraction moyennant

une redevance égale au sixième du charbon extrait. Vers 1795, le sieur Maigre, ayant reconnu que la grande couche plongeait vers le Gier, fit creuser successivement les puits des Ronces, de la Planche, de la Gerbaudière et du Pré, qui rencontrèrent la houille, le 1<sup>er</sup> à 61 mè., le 2<sup>e</sup> à 110 mè., le 3<sup>e</sup> à 120 mè., et le 4<sup>e</sup> à 114 mè. de profondeur. Ces quatre puits n'atteignirent alors que la grande masse dont la puissance est de 2 à 3 mètres dans cette partie du terrain houiller. La solidité du toit rendait cette couche facile à exploiter ; mais les travaux ayant été poussés sans précaution sous la rivière, furent submergés par suite des crevasses que les mouvements du sol avaient déterminées dans le lit du Gier. Les machines à vapeur étaient encore inconnues alors, et on n'avait pour toutes ressources qu'un manège à chevaux. Après avoir lutté inutilement pendant quelque temps, on fut forcé d'abandonner les travaux en 1804.

Territoire  
de Collenon.

Le territoire de Collenon renferme les mines de Collenon et du Ban. Les puits Collenon et Pignet, et une dizaine d'autres puits, dont la profondeur n'excède pas 90 mètres, y ont été creusés vers 1795, à peu de distance de l'affleurement de la grande couche. Les eaux s'écoulaient par une galerie débouchant dans le ruisseau de Collenon. Vers la fin de l'année 1800, on a commencé à extraire par ces différents puits un rognon de houille ou fragment de la grande masse qui avait 4 à 5 mètres de puissance moyenne ; mais ces travaux ont été abandonnés lors de la découverte de la mine des Verchères, à cause de la grande affluence d'eau, des frais de transport et de la médiocrité du combustible.

Territoire  
de Feloin.

La dénomination de territoire de Feloin s'applique à la partie de la concession du Couloux, la plus voisine de celles de Crozagaque et de la Catonnière. Divers anciens puits, qui sont encore visibles à la surface, ont été creusés vers 1780 dans ce territoire pour l'exploitation de la grande couche; tels sont les puits Madignier, du Bouton, Dévigne et Jamen, dont la profondeur n'excède pas 70 mètres. Quelques années après, on fonça plus au nord les puits Bonjour, de la Videlle, des Amandiers, etc., qui ont servi à l'exploitation de la grande masse, de la bâtarde et aussi de la bourrue. Cette dernière couche avait d'abord été confondue avec la bâtarde, et il était en effet facile de s'y méprendre, puisque ces deux couches sont très-rapprochées l'une de l'autre et qu'elles ont à peu près la même épaisseur; mais les travaux récents, faits au puit St-Bonaventure, ne peuvent plus laisser de doute à ce sujet.

Territoire des  
Grandes-Flaches.

Le territoire des Grandes-Flaches est situé au Nord-Est de Rive-de-Gier, et comprend les concessions actuelles de Combe-Plaine, Frigerin, Montbressieux, Trémolin, la Pomme, la Verrerie, les Grandes-Flaches et la Catonnière; il est séparé des autres minés par un rejet qui se manifeste extérieurement par la crête du Couloux, et en amont duquel les différentes couches de houille ne sont plus aussi nettement caractérisées. La grande masse n'affleure pas dans cette partie du terrain houiller; elle se termine dans le voisinage des puits des Limites, Belingard, Laurent, Bourguignon, du Replat, Buer, de la Videlle et Dévigne. Sa limite figure donc grossièrement un arc de cercle dont le centre se trouverait dans la concession des Grandes-Flaches. Les couches bâtardes s'étendent

beaucoup plus au Nord et au Nord-Est. C'est sur ces couches que l'exploitation a porté de prime abord vers 1770. Les affleurements qu'on reconnut au territoire de la Catonnière, et leur proximité du Mouillon, engagèrent les propriétaires du sol à creuser les puits du Verger, des Noyers, Chambeyron, de la Flache, Trémolin, des Durantières, et un peu plus tard ceux des Terrassons, Gagnière, Déplaude et Frigerin, dont la plus grande profondeur n'excédait pas 50 mètres. Ces puits étaient asséchés par deux petites galeries d'écoulement, dites *trains*, débouchant dans le ruisseau de la Catonnière, l'une à l'est de la maison Dugas, et l'autre à la source du même ruisseau, dans la concession de Trémolin; elles pouvaient servir à l'écoulement des eaux jusqu'à une profondeur d'environ 30 mètres.

L'ouverture du canal de Rive-de-Gier à Givors, qui eut lieu en 1778, donna une plus grande activité au travail des mines. C'est vers cette époque que furent ouverts les puits de la Compagnie, Faure, Combelibert, Dumas, Belingard, du Cerisier, Buer, des Pauvres, Pirojacques, de la Frarie, de Montjoint, de la Barrière, Bourguignon et de la Verrerie. Tous ces puits, qui n'ont pas plus de 100 mètres de profondeur, ont traversé la grande couche, dont la puissance s'élevait jusqu'à 3 mètres; mais les infiltrations d'eau devenant de plus en plus considérables, une compagnie se chargea, vers 1795, moyennant une part dans le produit de l'extraction, d'ouvrir la galerie d'écoulement, dite des Grandes-Flaches, qui part du puits des Limites et va déboucher dans la rivière du Gier. Elle a un développement de 1600 mètres environ, et peut abaisser le niveau des eaux jus-

qu'à l'entrée de la grande couche au puits de la Compagnie, c'est-à-dire à 100 mètres du jour.

Portion du territoire houiller comprise entre Rive-de-Gier et Givors. Cette partie du terrain houiller ne se lie avec la formation de Rive-de-Gier que par une sorte d'isthme très-resserré. Il comprend trois groupes de mines : 1° celles de Tartaras et Dargoire ; 2° celles de St-Jean de Toulas ; 3° celles de St-Martin de Cornas et de Montrond.

Les travaux entrepris dans ces différents districts houillers ont très-peu d'importance et ont été abandonnés peu de temps après leur ouverture, par suite de l'irrégularité du gîte et de la médiocrité du charbon. Toutefois, plusieurs puits ont été ouverts à Tartaras où l'extraction a été assez régulière de 1780 à 1800.

Creusement des puits.

Au XVIII<sup>e</sup> siècle le foncement des puits avait lieu sans le secours de la poudre, et demandait par suite beaucoup plus de temps qu'aujourd'hui. Les seuls instruments dont on se servait alors étaient le marteau, le coin et le pic. On voit encore au milieu des carrières de pierre ouvertes au territoire du Mouillon les restes de plusieurs anciens puits où ce mode de creusement a été mis en usage. Ces puits, dont le diamètre n'excède jamais 1<sup>m</sup>,80, sont remarquables par leur parfaite cylindricité ; ils étaient murillés en maçonnerie ordinaire à leur partie supérieure. Lorsque le terrain était sujet à s'ébouler, on le soutenait au moyen d'un boisage carré appelé *tinage*. Plus tard, on donna une forme hexagone ou octogone à ces boisages, qui prirent alors le nom de cuvelages à six ou à huit pans.

Mode d'exploitation.

Le système d'exploitation, suivi généralement, consistait à diviser le massif en piliers par des galeries en direction appelées *coursières*, recou-

pées par d'autres galeries inclinées suivant la pente de la couche, et à opérer ensuite le défilage. Pour abattre la houille, on faisait d'abord une entaille au mur de la couche (cette première opération portait et porte encore aujourd'hui le nom de *dé-chambage*), puis on pratiquait deux tailles verticales, dites *coupes*, à droite et à gauche du massif qu'on se proposait d'enlever. Enfin on perçait à la partie supérieure des trous (ou *pottes*) qui recevaient chacun un coin en fer de 30 à 40 centimètres de longueur. On enfonçait ceux-ci à coups de masse, et quand le charbon tardait à tomber, on ajoutait d'autres coins au-dessus des premiers jusqu'à ce que la pression fût suffisante pour déterminer sa chute. Mais cette manière de procéder, outre qu'elle exigeait beaucoup trop de temps, ne laissait pas que d'être extrêmement dangereuse, surtout lorsqu'on travaillait dans l'amontpendage des couches. L'emploi de la poudre, qui est maintenant général, a beaucoup facilité l'abattage de la houille.

Les galeries étaient boisées comme aujourd'hui au moyen de cadres disposés de distance en distance, et composés d'une traverse (ou chapiteau) supportée par deux étais (ou bras). Il fallait d'ailleurs bien peu de bois dans les mines vierges ; aussi les boisages n'étaient pas à beaucoup près aussi importants pour la sûreté des ouvriers, ni aussi coûteux qu'aujourd'hui. Les boiseurs portaient le nom de *réparationnaires*, parce qu'ils étaient chargés non-seulement du boisage, mais aussi de l'entretien des galeries de roulage et de l'assèchement des chantiers ouverts dans l'avalpendage.

Les bois dont on se sert pour soutenir les gale-

ries proviennent du Pilat et de la Haute-Loire. Ils ont de 7 à 8 mètres de longueur, et coûtent, à Rive-de-Gier, 0',45, 0',65, ou 0',90 le mètre, suivant que le diamètre de la pièce au petit bout est de 8,11 ou 16 centimètres.

Le roulage avait lieu par des hommes appelés *traîneurs*, qui transportaient, comme aujourd'hui, 40 hectolitres de houille environ à une distance moyenne de 150 mètres.

Actuellement ce sont des chevaux qui sont employés au transport de la houille dans toutes les grandes mines.

Aérage.

Les travaux souterrains n'étaient la plupart du temps que très-imparfaitement aérés. Quand les gaz délétères devenaient trop abondants, on s'empressait d'établir une communication entre deux puits voisins, et en attendant qu'on pût se procurer cette ressource, on opérait un aérage artificiel au moyen d'un soufflet muni d'une conduite en bois de 10 centimètres de section. Cependant la mise en communication de deux puits appartenant à deux sociétés rivales, donnait souvent lieu à de grandes difficultés qui entraînaient toujours une perte de temps considérable et de nombreux accidents.

Épuisement des eaux.

Les puits situés près des affleurements étaient souvent asséchés au moyen de pompes en bois appelées *canards*, qui recevaient le mouvement d'une machine à chevaux et qui n'élevaient l'eau que d'une très-faible profondeur; mais les machines d'épuisement le plus communément employées à Rive-de-Gier, étaient les machines à molettes qui pouvaient servir en même temps à l'extraction du combustible. On se débarrassait aussi des eaux au moyen de galeries d'écoulement.

Nous en avons déjà cité plusieurs qui ont été ouvertes aux territoires du Mouillon, de Monissol, du Haut-Reclus, de Collenon, de la Catonnière et des Grandes-Flaches.

Les machines employées à l'extraction de la houille variaient suivant la profondeur des travaux. Les puits de 0 à 30 mètres étaient desservis par un treuil à bras manœuvré par deux hommes. On se servait d'une machine à molettes qui était mue par un cheval, pour une profondeur de 30 à 80 mètres, et par deux chevaux, pour une profondeur plus grande. Le diamètre du tambour était de 2 à 3 mètres, celui du manège de 6 à 7 mètres, et celui des molettes de 1<sup>m</sup>,50. Les bennes contenaient 2 ou 3 hectolitres de houille. Une machine de cette espèce porte dans le pays le nom de *vargue*. Elle coûtait de 1200 à 1500 fr., y compris le hangar destiné à la recouvrir.

Extraction de la houille.

Au xvii<sup>e</sup> siècle, la production des mines de Rive-de-Gier était absorbée par la consommation locale. La benne, d'une contenance de 1 hect. 1/4, valait, sur le carreau de la mine, de 0',50 à 0',60 en gros quartiers (pérat), et 0',15 en menu. Ces prix se sont maintenus pendant longtemps. Vers le milieu du xviii<sup>e</sup> siècle, la production augmentant de plus en plus et devenant supérieure à la consommation du pays, on songea à se créer de nouveaux débouchés. Les regards se portèrent vers le Rhône, et bientôt le charbon fut expédié sur Lyon, Givors, Vienne et Coudrieux. Les transports se faisaient par voitures, de Rive-de-Gier à Lyon, et à dos de mulets, pour les autres villes destinataires. Il y avait à Rive-de-Gier, vers 1750, 700 mulets employés au transport de la houille. Leur nombre s'accrut même jusqu'à 1500 et 1600.

Débouchés et prix.

En 1763, la houille en gros morceaux se vendait, au Mouillon, à raison de 0<sup>f</sup>,51 le quintal métrique, et le menu mêlé de grêle, 0<sup>f</sup>,30 (d'après Morand). A Lyon, le prix était de 2 fr. 17 pour le quintal métrique de pérat, et de 1 fr. 85 pour l'autre espèce. La consommation de cette ville était évaluée à 360.000 quintaux métriques. Le prix des journées du piqueur (abattant le charbon) était à la même époque de 1 fr. 10 et de 1 fr. pour les traîneurs, etc. Ces prix ont actuellement triplé, tandis que celui de la houille a augmenté dans un rapport deux fois plus grand. Cela tient à ce que les frais d'extraction, tels que ceux concernant le boisage, les remblais, l'épuisement des eaux, etc., sont bien plus considérables aujourd'hui qu'en 1763.

La valeur du combustible s'accrut successivement, par suite de l'amélioration des routes et de la création de nouvelles voies de transport. Le canal de Givors, ouvert en 1778, contribua surtout à faire hausser le prix des houilles en même temps qu'il en augmentait l'exportation. En 1800, le pérat se vendait, à Rive-de-Gier, 0<sup>f</sup>,70, et le menu de 0<sup>f</sup>,25 à 0<sup>f</sup>,30 l'hectolitre (petite mesure), dit *benne de Lyon*, et pesant environ 65 kilogrammes.

## II<sup>e</sup> PÉRIODE.

### Généralités.

État des travaux  
au commence-  
ment du XIX<sup>e</sup> siècle.

On a vu, qu'à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle, les travaux des mines étaient concentrés, partie sur les affleurements de la grande masse, des deux côtés de la rivière du Gier, partie dans le territoire des

Grandes-Flaches. L'exploitation était alors assez avancée dans cette dernière localité, puisqu'on y connaissait toute l'étendue de la principale couche, dont l'extraction avait lieu par les puits de la Compagnie, Faure, Combelibert, du Curé, Pyrojacques, etc; mais il n'en était pas de même dans la vallée du Gier. Le grand crin du Mouillon avait mis obstacle à la continuation des travaux, et comme les couches se relevaient au contact de cette faille, on pouvait croire qu'elles ne s'étendaient pas au delà.

De l'autre côté du Gier, la majeure partie des travaux portaient sur la mine droite, c'est-à-dire sur la relevée de la grande couche au sud. L'insuffisance des moyens mécaniques employés, et l'inexpérience de l'art des mines s'opposaient à ce qu'on pût les pousser à une grande profondeur, et il devenait par suite impossible d'atteindre le point où la grande masse devait se replier. Il est vrai qu'on exploitait le bas-fond de cette mine aux territoires de Couzon et de la Verrerie; mais les couches sont beaucoup moins profondes dans cette partie du bassin houiller qu'en aval du crin qui traverse la concession de Couzon, lequel a pour effet de les rejeter à un niveau inférieur vers le sud.

En 1800, la maison Fleurdelix fit creuser le puits de la Découverte. Ce puits atteignit la petite mine, à 140 mètres du jour, au commencement de l'année 1802. La profondeur à laquelle on était parvenu, et qui dépassait déjà de beaucoup celle des puits foncés antérieurement, devait inquiéter les entrepreneurs, et c'est ce qui déterminait ceux-ci à faire pratiquer dans la petite mine une galerie de reconnaissance assez étendue; mais la couche

Extension des  
travaux d'explo-  
itation dans le  
centre de la val-  
lée du Gier.

présentait toujours la même régularité. On reprit donc le fonçage du puits, qui rencontra la grande masse à 170 mètres. Cette couche avait 7 mètres de puissance, et quelques galeries faites en divers sens, apprirent bientôt qu'elle était aussi régulière et aussi belle qu'il était permis de le présumer d'après les premiers indices. On vit aussitôt se former plusieurs sociétés qui firent creuser différents puits. Ceux connus sous les noms de Journoud, Moutton, Jamen et Laurent, furent entrepris par quatre compagnies distinctes, qui se proposaient de demander concurremment une concession; mais comme la maison Fleurdelix était intéressée aux puits Journoud et de la Découverte, et qu'elle possédait le plus grand nombre de propriétés, une partie des demandeurs se réunirent à elle, et il ne resta plus que deux sociétés rivales. Cette circonstance amena l'échange des deux puits Moutton et Journoud, et bientôt un arrêt du consul vint fixer les limites des deux concessions des Verchères.

La découverte et l'exploitation de la grande masse, dans le centre du bassin situé en amont de la ville de Rive-de-Gier, ont donc eu lieu de prime abord aux Verchères, dans les premières années de ce siècle. On a ensuite ouvert successivement les puits Chavanne (Cappe), du Pré et du Logis (Sardon), Valuy, Gilibert (Gourd-Marin), etc.

La couche bâtarde a été reconnue pour la première fois dans la même partie du bassin houiller, vers 1810, aux puits Laurent et Journoud (Verchères-Feloin). Quant à la bourrue, le puits Belair (Montbressieux) est le premier qui ait amené sa découverte, depuis le commencement du

xix<sup>e</sup> siècle. Ce puits l'a rencontrée en 1818. La bourrue et la bâtarde avaient d'ailleurs été reconnues déjà, avant 1800, ainsi que nous l'avons dit dans la première partie du mémoire, la première aux territoires de Grand-Feloin et de la Catonnière, et la deuxième à celui de Monissol. La bourrue n'a d'ailleurs été reconnue jusqu'ici dans le Grand-Bassin, que par un très-petit nombre de puits; savoir: par celui du Cimetière (Combes et Egarande) en 1830, par celui de l'Espérance (Verchères) en 1831, par celui d'Egarande (Combes et Egarande) en 1833, et par les puits du Pré, de la Gerbaudière et Saint-Lazare (Couzon).

L'exploitation des mines de Rive-de-Gier a été interrompue à plusieurs reprises par divers accidents qui, pour la plupart, ont été la conséquence de la mauvaise organisation des travaux souterrains. Les chômages les plus prolongés ont eu lieu à la suite d'incendies ou d'inondations qu'il peut être utile de rappeler ici par ordre de dates. Ainsi nous citerons :

Circonstances  
qui ont entravé  
l'exploitation à  
diverses époques.

1° L'incendie qui s'est déclaré en 1805 dans la mine des Verchères;

2° L'inondation des puits du Logis et du Pré (Sardon) (1810-1817);

3° L'inondation des puits Neyrand et Chavanne (Cappe) (1812-1822);

4° L'inondation des Verchères par suite de l'abandon des puits de Chantegraine (1819-1829);

5° L'incendie qui a été occasionné dans les travaux des puits Saint-Mathieu et Saint-Isidore (Reclus) par une machine à vapeur, et qui a entraîné l'abandon de cette mine de 1831 à 1836;

6° L'inondation de la mine de Lorette (Cappe) par les eaux de Saint-Mathieu (1831-1834);

7° L'inondation du puits Château (Sardon) en 1821 ;

8° La grande inondation de 1829, qui, prenant naissance dans les mines de la Petite-Cappe, a d'abord envahi celles de la Montagne du feu et du Gourdmartin, puis s'est propagée d'une part dans les puits Bourret et Château et dans une partie de la mine des Flaches, et d'autre part dans les travaux des Verchères (1833), dans ceux des puits du Pré et du Logis (1834-1839), dans ceux du Martoret et de Sainte-Barbe (1835), enfin au puits d'Egarande (1836-1838).

Telles sont les causes principales qui ont influé d'une manière pernicieuse sur le mouvement des mines de Rive-de-Gier.

Concessions accordées.—Droits de propriété.

Le territoire houiller de Rive-de-Gier est partagé en vingt-huit concessions, dont six ont été données sous l'empire de la loi de 1791 : ce sont celles des Verchères-Fleurdelix, des Verchères-Feloin, du Gourdmartin, du Sardon, de Tartaras et des Grandes-Flaches. Toutes les autres ont été instituées d'après les dispositions de la loi du 21 avril 1810. Cette dernière loi n'accorde aucune préférence aux propriétaires de la surface, et dans le cas où ils se trouveraient évincés, elle leur donne droit à une indemnité qui doit être réglée (art. 42) par l'acte de concession ; mais les traités antérieurs passés entre les propriétaires du sol et les concessionnaires étant le plus souvent beaucoup plus onéreux que les clauses stipulées dans le cahier des charges, il est arrivé que ces clauses ont toujours été illusoire, et que le propriétaire a continué de percevoir sur le produit de l'extraction, comme sous l'empire de la loi de 1791, une redevance très-forte, qui ne pèse pas seulement sur le consumma-

teur et sur l'industrie, mais qui exerce aussi une fâcheuse influence sur l'avenir des mines, en empêchant les extracteurs d'exploiter avec la prudence et le soin nécessaires. L'administration a toutefois reconnu les graves abus qui pouvaient résulter d'un tel état de choses, et l'ordonnance qui a fixé récemment les limites de la concession de la Péronnière a déterminé impérativement les droits de tréfonds dus par les concessionnaires aux propriétaires du sol, sans avoir aucun égard aux traités antérieurs. Quoi qu'il en soit, le propriétaire n'en continue pas moins de jouir du revenu le plus net des mines, sans faire aucune mise de fonds et sans courir aucun risque ; et peut-être y aurait-il lieu de modifier sous ce rapport les termes de la loi, en faisant, par exemple, participer le propriétaire aux pertes que peut faire l'exploitant par suite d'accidents arrivant par force majeure, ou au moins de l'assujettir lui-même à un certain droit proportionnel destiné à constituer une caisse de secours pour les ouvriers.

Dans l'origine, le terrain houiller avait été partagé en plusieurs lots appartenant à des sociétés distinctes qui se sont ensuite entendues pour demander concurremment la concession de leurs périmètres réunis ; mais ces sociétés, en vertu de conventions faites antérieurement à l'obtention de leur concession devaient subsister toujours isolément et exploiter indépendamment l'une de l'autre. De tels morcellements étaient tout à fait illégaux et contraires à l'article 7 de la loi du 21 avril 1810 ; cependant ils n'en ont pas moins continué d'exister jusqu'ici malgré les efforts de l'administration pour les empêcher. Ces exploitations partielles et restreintes dans de petits espaces ne peu-

Morcellement des concessions.

vent avoir pour résultat que de compromettre l'avenir des mines, la sûreté des ouvriers mineurs et les intérêts mêmes des exploitants. On conçoit en effet que l'extrême fractionnement des mines doit nuire à l'ensemble et à la bonne direction des travaux souterrains, en même temps qu'il entraîne des frais généraux considérables.

Dans ces derniers temps, des compagnies se sont formées pour exploiter plusieurs concessions à la fois. Ces associations ne sont pas illégales aux yeux de la loi de 1810 qui porte, article 31 : « Plusieurs concessions pourront être réunies entre les mains du même concessionnaire, soit comme représentant une compagnie, à la charge de tenir en activité l'exploitation de chaque concession. » Toutefois elles ne devraient pouvoir exister qu'avec l'autorisation du gouvernement. L'administration verrait sans doute sans peine plusieurs compagnies se grouper si leur association était faite dans le but de réunir quelques concessions évidemment trop peu étendues ou de faire disparaître les morcellements si préjudiciables à la bonne exploitation des mines ; mais elle ne pourrait que déplorer les tendances des grandes compagnies si celles-ci ne se formaient que dans des vues d'envahissement et de monopole.

Formation des  
entreprises de  
mines aux envi-  
rons de Rive-de-  
Gier.

Voici maintenant la manière dont se forment et se régissent la plupart des diverses entreprises de mines aux environs de Rive-de-Gier.

Ce qui suit est extrait de l'excellent mémoire de feu M. Beaunier, sur les mines de houille du département de la Loire.

« Une société, ordinairement composée d'un assez grand nombre de personnes qui font profession d'exploiter les mines et qui se nomment

» *extracteurs*, divise l'intérêt total de l'association en seize actions qui prennent le nom d'*onces* ; chaque associé a une ou plusieurs actions ou seulement une portion d'action : la transaction ou l'acte de la société laisse à chacun la liberté de vendre à qui lui plaît telle ou telle portion de son intérêt, et ce n'est point la majorité des actions qui influe seule sur la décision des affaires.

» On sent quelle confusion doivent amener de pareilles conventions, et l'expérience n'en démontre que trop souvent les inconvénients ; il n'y a jamais de première mise de fonds considérable ; chacun s'engage à payer exactement le compte fourni par quinzaine ; et faute de remplir cette obligation, l'intérêt de celui qui est en retard est vendu par lui ou d'office par ses associés.

» La Société traite avec les propriétaires du sol et s'assure ainsi la faculté d'exploiter sur une étendue de terrain qui est de 2, 3 ou 4 hectares au plus ; souvent le propriétaire, outre la rétribution variable du sixième ou huitième, suivant la profondeur des mines, exige encore que l'on creuse un puits dans sa propriété et que l'on exploite sous son terrain dans un laps de temps déterminé. Ce traité énonce que la rétribution sera payable en nature et à l'orifice du puits, exempte de toute charge et impôt, aussitôt que l'exploitation aura commencé sous la propriété du traitant. La perception de ce droit de propriété est sujette à beaucoup de difficultés, parce qu'il faut connaître dans l'intérieur de la mine sous quelle portion de la surface se trouve tel ou tel ouvrier, combien on extrait de charbon pour telle ou telle personne, etc. Il paraît que

» quand les propriétés sont très-divisées, il y a  
 » beaucoup d'abus qui ne tournent pas toujours  
 » à l'avantage du propriétaire : ces arrangements  
 » nuisent par plusieurs motifs à une bonne ex-  
 » ploitation; il serait superflu de chercher à le  
 » prouver.

» Les exploitants ou *extracteurs* creusent les  
 » puits et font tous les frais de l'entreprise pro-  
 » portionnellement à l'intérêt de chacun d'eux;  
 » dès que l'extraction commence à avoir lieu, la  
 » houille est partagée en nature entre les associés  
 » et les propriétaires suivant les conventions sti-  
 » pulées. Il y a à cet effet, autour des puits, des  
 » cases dont l'ensemble s'appelle *la recette*, et  
 » chacun fait enlever la houille qui lui revient  
 » pour en former des magasins particuliers à cha-  
 » que individu; car la vente ne se fait point au  
 » compte de la Société; on compte quelques  
 » exceptions à cet usage si contraire aux intérêts  
 » bien entendus des exploitants.

» Les *extracteurs* forment un nombre consi-  
 » dérable d'entreprises partielles qui donnent lieu  
 » elles-mêmes à un nombre beaucoup trop grand  
 » de puits et d'autres travaux dispendieux; la  
 » concurrence réduit à peu de chose les bénéfices  
 » dont la plus grande partie est absorbée par les  
 » propriétaires du sol, par ceux qui font le com-  
 » merce de la houille et par les capitalistes qui  
 » ont fait, à un haut intérêt, les fonds des ac-  
 » tions pour le compte des *extracteurs*.

» Mais si l'on ne peut approuver l'ordonnance  
 » générale des travaux souterrains de Rive-de-  
 » Gier, on doit du moins reconnaître que les en-  
 » trepreneurs montrent une grande constance  
 » dans leurs recherches, et qu'ils savent supporter

» toutes sortes de privations personnelles pour  
 » surmonter les obstacles et les incertitudes trop  
 » souvent attachées aux entreprises naissantes.»

L'exploitation des mines de Rive-de-Gierne peut avoir lieu qu'à la condition d'extraire les eaux qui peuvent s'infiltrer à travers les fissures naturelles du sol. Il est impossible, en effet, de les contenir au moyen de cuvelages comme dans le Nord, parce qu'il n'existe aucun banc imperméable sur lequel ces cuvelages puissent être assis. Heureusement les eaux ne sont pas tellement abondantes à Rive-de-Gier qu'on ne puisse les combattre au moyen de machines plus ou moins puissantes. Le terrain houiller du Nord, au contraire, serait inexploitable s'il n'existait pas au-dessous des bancs crétacés qui le recouvrent des argiles marneuses (dièves), qui, grâce à leur imperméabilité, permettent de traverser des *niveaux* considérables.

205 puits sont indiqués sur le plan de la topographie souterraine qui s'exécute dans le bureau de Rive-de-Gier. Sur ces 205 puits, 45 seulement ont servi à l'extraction en 1840. Tous ces puits sont circulaires et ont de 2 à 3 mètres de diamètre. Au milieu de leur profondeur, ils sont élargis sur une certaine étendue pour que les *bennes* ascendante et descendante puissent passer librement au point de rencontre.

« Quand le fonçement d'un puits est gêné ou interrompu par l'affluence d'une certaine quantité d'eau, » dit M. Beaunier, « on cherche à boucher les fissures par lesquelles on la voit filtrer, en y chassant des coins de bois, de fer, etc. » Et si ces moyens sont insuffisants, on perce une petite galerie à ce niveau et on y pratique un réservoir qui contient l'eau pendant un certain

Exploitation  
proprement dite.

Puits.

» temps et dispense de l'élever d'une plus grande  
 » profondeur, sans compter l'avantage de ne point  
 » interrompre le travail des mineurs. La partie  
 » supérieure des puits creusés dans la terre végétale  
 » ou le roc tendre, est souvent murillée; quel-  
 » quefois même on fait un béton derrière le mur  
 » afin d'empêcher la filtration des eaux de la surface.  
 » Il est rare que les puits aient besoin d'être boisés;  
 » le rocher étant presque toujours dur et compacte,  
 » on se contente de placer des cadres dans certaines  
 » parties. Le plus ordinairement c'est un assem-  
 » blage de quatre pièces posées dans des entailles  
 » pratiquées à cet effet; quelquefois on fait usage du  
 » boisage octogone: on cloue des planches sur ces  
 » cadres dans les parties boisées. La distance de ceux-  
 » ci varie avec la solidité du sol depuis 2 à 3 mètres  
 » jusqu'à 1 ou 2 mètres; on fait toucher les cadres  
 » quand le terrain n'a aucune solidité. Il n'y a pas  
 » de puits boisés sur toute la hauteur, et la plupart  
 » ne sont soutenus qu'à la partie supérieure. Le  
 » puits est terminé à sa partie inférieure par un  
 » puisard profond de 4 mètres et destiné à conte-  
 » nir les eaux que l'on ne peut élever que pendant la  
 » nuit; dans le jour le puisard est fermé par un  
 » plancher. »

On n'a commencé à employer la poudre pour le creusement des puits que dans les premières années du XIX<sup>e</sup> siècle. Le puits de la Découverte (Verchères Fleurdelix) a été en effet creusé à l'aide du pic seulement, sur une profondeur de 60 mètres.

Pour compléter ce que nous avons à dire sur le creusement des puits de mines, nous donnons ci-après des renseignements sur les conditions

économiques du fonçage de plusieurs puits de Rive-de-Gier (1).

1<sup>o</sup> 3 entrepreneurs ont soumissionné pour le creusement d'un puits de 200 mètres aux conditions suivantes :

Par mèt. de	à	mèt. :	fr.	fr.	fr.
—	de 0	à 20	57,50	60	65,00
—	de 20	à 40	67,50		
—	de 40	à 60	77,50	75	82,50
—	de 60	à 80	87,50		
—	de 80	à 100	97,50	100	100,00
—	de 100	à 120	107,50		
—	de 120	à 140	117,50	125	117,50
—	de 140	à 160	127,50		
—	de 160	à 180	137,50	140	130,00
—	de 180	à 200	147,50		

Total pour 200 mètres. . 41.000,00 40.000 39.600,00

L'entrepreneur s'engageait en admettant seulement 15 hectolitres d'eau par heure. On lui fournissait le vargue, les cordes, les bennes et les brouettes, et il devait remettre ces deux derniers objets dans l'état où il les avait reçus. On retenait d'ailleurs aux ouvriers de 1/10 à 1/15 pour garantie de l'exécution.

2<sup>o</sup> Le puits Couchoud de Gier étant parvenu à une profondeur de 370 mètres, on payait à l'entrepreneur 267,50 le mètre. Celui-ci ne fournissait que la poudre et l'éclairage; il tombait dans le puits 27 hectolitres d'eau par heure.

3<sup>o</sup> Le puits neuf du Haut-Reclus a été donné à l'entreprise à raison de

(1) Ces renseignements sont dus à l'obligeance de M. Chatelus.

65 fr.	par mètre,	de 0 à 20 mètres.
75	—	de 20 à 40
85	—	de 40 à 60
95	—	de 60 à 80
105	—	de 80 à 100

Le mineur fournissait tout et subissait 10 hectolitres d'eau à l'heure. A 30<sup>m</sup>,20 on a rencontré une source donnant 30 hectolitres à l'heure. Il a fallu, pour la découvrir complètement, donner un seul mètre à 107<sup>f</sup>,50, le mineur ne fournissant que la poudre.

4° Le puits Vellerut (Collenon), le plus profond de Rive-de-Gier, a 2<sup>m</sup>,43 de diamètre et 2<sup>m</sup>,27 seulement au fond. Sa profondeur totale est de 410 mètres. On a dépensé pour son creusement 484.945<sup>f</sup>,60, y compris les ouvrages faits à l'origine. Les 100 mètres du fond ont été payés à raison de 115 fr. chacun. Le mineur ne fournissait que l'huile et la poudre, et la pose des bois était à sa charge. On creusait environ 8 mètres par mois.

5° Le puits Saint-Etienne (Collenon), ayant 110 mètres de profondeur, a coûté 74.072 fr. avec la cheminée et différentes constructions auxquelles s'applique une somme de 4.252 fr.

6° Puits Maniquet (Sardon); profondeur jusqu'à la couche : 300 mètres.

Creusement du puits, y compris les dépenses faites à l'extérieur. . . . .	fr.	150.000
40 fr. par mètre de moellonage et cuvelage. . . . .		12.000
1 machine à vapeur de 0 <sup>m</sup> ,81 (30 pouces). . . . .		35.000
Hangar, forge, habitation. . . . .		4.000
Total. . . . .		201.000

7° Puits Saint-Martin (Sardon), 307 mètres jusqu'à la couche. Son creusement a duré 5 ans

et a coûté 253.331 fr. On a consommé 40.000 hectolitres de charbon valant 13.663 fr. et 11 cordes de puits coûtant 11.670 fr.

8° On a payé, pour curer le puits de la Gerbaudière (Couzon), 50 fr. par mètre, plus 10 fr. pour un boisage provisoire et 40 fr. pour le moellonage définitif. Tout était fourni par les ouvriers. Ceux-ci travaillaient ordinairement plongés dans l'eau jusqu'à la ceinture. Ils ne pouvaient entrer qu'une fois en 24 heures, à cause de l'abondance des eaux.

9° On demande, pour le curage d'un puits de 1<sup>m</sup>,13 de diamètre, 32<sup>f</sup>,50 par mètre quand on peut tenir les eaux basses. L'élargissement du puits à 2 mètres de diamètre coûte 52<sup>f</sup>,50, et on fournit tout au mineur, excepté la poudre.

10° Puits de Pic-Pierre (Combes et Egarande). Sa profondeur est de 204 mètres coûtant :

de 0 à 20 mètres:	60 fr.	1.200 fr.
de 20 à 60	85	3.400
de 60 à 108	105	5.040
de 108 à 204	125	12.000
Total . . . . .		21.640

L'entrepreneur consentait à 4 hectolitres d'eau par heure. Il était chargé du moellonage. On lui fournissait les moellons et les échafauds, et on lui prêtait le vargue, les cordes, les bennes et les brouettes. Le creusement s'est fait avec environ 50 hectolitres d'eau en 24 heures.

11° Le puits d'Egarande a été foncé d'abord à 280<sup>m</sup>,40 pour 86.170<sup>f</sup>,93 avec d'assez grands obstacles de la part des eaux. C'est 307<sup>f</sup>,31 par mètre. Il a été curé et approfondi de 66<sup>m</sup>,80 moyennant 82.003<sup>f</sup>49, c'est-à-dire à raison de 1.275<sup>f</sup>,97 par mètre courant.

12° Le puits Moïse (Combes et Egarande) a été creusé à 284 mètres pour 84.892<sup>f</sup>,66, c'est-à-dire à raison de 241<sup>f</sup>,17 le mètre. Il a été ensuite curé et approfondi de 19<sup>m</sup>,60 moyennant 41.038<sup>f</sup>,92 ou pour 2.613<sup>f</sup>,17 par mètre courant.

13° Le creusement d'un puits de 2<sup>m</sup>,30 à 2<sup>m</sup>,60 à Frigerin, dans des rochers consistant en grès et poudingues, avec 10 hectolitres d'eau par heure, s'est fait à raison de :

65 fr. par mètre,	de 0 à 20 mètr.,	soit :	1.300 fr.
80 —	de 20 à 40 —		1.600
90 —	de 40 à 60 —		1.800
120 —	de 60 à 80 —		2.400
150 —	de 80 à 100 —		3.000
190 —	de 100 à 120 —		3.800

Total pour 120 mètres. . . . . 13.900

Les entrepreneurs étaient chargés de fournir la main-d'œuvre, les chevaux, les bennes, les câbles et les outils. Les bois et les moellons étaient à la charge des concessionnaires.

14° Enfin voici, sous forme de tableau, les résultats du creusement de plusieurs puits dans les concessions du Sardon, du Martoret et du Gour-Marin :

Noms des puits.	Profondeur.	Prix total.	Prix par mètre.	Observations.
Puits du Logis . . .	mètres. 289	fr. 112.542	fr. 389,40	Les eaux géométr.
— du Pré . . . . .	283	90.133	318,49	<i>Id.</i>
— du Martoret . . .	378	83.971	222,14	Sans eau.
— Sainte-Barbe . . .	381	71.385	187,26	<i>Id.</i>
— Château . . . . .	224	67.432	301,03	Peu d'eau.
— Bourret . . . . .	218	50.213	230,83	<i>Id.</i>

On ne perce de galeries dans le rocher que pour traverser les crins, ou pour rejoindre une couche de houille soit au toit soit au mur (on donne à ces dernières le nom de *repercées*), ou enfin pour donner écoulement aux eaux. On jugera, par les exemples suivants, ce que peuvent coûter ces sortes de galeries suivant les circonstances où on les pratique.

Galeries dans le rocher.

Une galerie de 2<sup>m</sup>,27 de hauteur sur autant de largeur à la base et 1,62 au sommet, a coûté 35 fr. le mètre au puits Saint-Mathieu (Reclus). Le mineur ne fournissait que l'huile et la poudre, et il n'était pas chargé des déblais.

Une galerie de mêmes dimensions, présentant un développement de 200 mètres, eût coûté 50 à 60 fr. pour le premier tiers, 70 à 80 fr. pour le deuxième, et 80 à 100 fr. pour le troisième tiers, les déblais restant à la charge de l'ouvrier.

A Couzon, une galerie au rocher, de 1<sup>m</sup>,30 de hauteur sur autant de largeur, est payée 40 fr. le mètre, en fournissant tout, sauf la poudre.

Une galerie de 1<sup>m</sup>,30 sur 1<sup>m</sup>,30 a coûté 20 fr. le mètre aux Grandes-Flaches.

La repercée qui existe au puits de Pic-Pierre, à 24 mètres au-dessus de la mine, et qui a 1<sup>m</sup>,30 de large sur 1<sup>m</sup>,78 de haut, a été faite à raison de 50 fr. le mètre.

En général, on paie de 15 à 30 fr. le mètre courant pour une galerie percée dans un rocher mélangé de gore, et de 40 à 60 fr. lorsqu'elle est pratiquée dans la taille, la galerie ayant 2 mètres carrés de section, et l'huile et la poudre étant à la charge du mineur.

Voici le détail du prix qu'a coûté une repercée faite au puits Saint-Martin (Sardon) :

	fr.
160 mètres de longueur, à 40 fr. (prix moyen) . .	6.400
4 chevaux pendant un an pour le déblayage. . .	4.000
1 homme pour le remplissage des voitures. . .	1.200

Total. . . . 11.600

Mode  
d'exploitation.

La galerie était inclinée en descendant, ce qui a rendu le trainage difficile. Elle avait 2 mètres en carré.

Le système d'exploitation suivi à Rive-de-Gier varie suivant la puissance des couches, leur inclinaison et les diverses circonstances locales qui les caractérisent. En général, les couches minces sont exploitées par la méthode des grandes tailles, et les couches épaisses par piliers et galeries avec remblais rapportés. Ce n'est que depuis quelques années qu'on a senti la nécessité de remblayer avec soin les chantiers d'exploitation ouverts dans la principale couche, et c'est pour ne pas avoir fait tout d'abord usage de cette méthode qu'on a compromis l'avenir des mines.

Autrefois on distinguait deux périodes dans l'exploitation. Dans la première on attaquait la tranche inférieure de la couche en y établissant un système de tailles séparées entre elles par des piliers de houille. Ces tailles étaient presque toujours tortueuses et irrégulières, parce qu'on les dirigeait exactement suivant une ligne perpendiculaire aux plans de division naturelle de la houille ou à ce qu'on appelle *le gît du charbon*, afin de rendre l'abattage plus facile. Les galeries qu'on dirigeait suivant le sens des fissures étaient appelées *galeries de pointes* ou simplement *pointes*. Comme elles étaient les plus coûteuses, on pratiquait seulement celles qui étaient nécessaires pour l'aérage, les transports, etc.; mais il

arrivait souvent que les piliers étaient trop minces pour résister à la pression du terrain supérieur. Alors il survenait un premier éboulement à la suite duquel on en provoquait d'autres en ouvrant de vastes chambres au milieu du massif. Ces chambres étaient abandonnées quand le toit venait à tomber.

Il s'écoulait entre la première et la deuxième période de l'exploitation, un certain temps pendant lequel les travaux étaient portés sur un autre point, toujours dans la partie inférieure de la couche, tandis que le sol des tailles exécutées de prime abord se gonflait, et que les galeries se bouchaient presque complètement, par suite des rapprochements du sol et du faite. On revenait alors prendre la partie supérieure de la couche; mais l'ébranlement du terrain, en fissurant les piliers de houille, produisait beaucoup de menu, outre qu'il nécessitait l'emploi d'une grande quantité de bois, pour entretenir les voies de communication, et qu'il facilitait l'irruption des eaux dans l'intérieur des mines. Des incendies se déclaraient aussi au milieu des éboulements de houille. Enfin le roulage présentait de grandes difficultés, à cause des ondulations du sol, provenant d'un gonflement irrégulier des schistes du mur (1).

Aujourd'hui, que le bassin de Rive-de-Gier est traversé, non-seulement par une rivière et une grande route, mais encore par un chemin de fer et par un canal, les exploitants ne pourraient con-

(1) Le dépilage, dit M. Beaunier, avait lieu après l'exploitation de chaque tranche, et quand on faisait deux étages à la fois, le dépilage de l'étage supérieur était opéré le premier.

tinuer à suivre la méthode qui vient d'être décrite, sans s'exposer à chaque instant à des procès auxquels les mouvements du sol ne manqueraient pas de donner lieu, et sans tarder, ce qui serait bien pis, à voir leurs mines envahies par les eaux. Aussi le système d'exploitation par remblais rapportés, se développe-t-il chaque jour de plus en plus. Il consiste à remblayer les chantiers souterrains, au fur et à mesure de l'avancement des travaux, au moyen de matières stériles provenant, soit des schistes intercalés au milieu des couches, soit d'excavations spéciales pratiquées dans l'intérieur même des travaux. On ouvre ordinairement ces espèces de carrières souterraines à la partie la plus élevée du champ d'exploitation, soit au contact d'une faille, soit au-dessus de la couche. Ce sont de véritables chambres d'éboulement dans lesquelles on est conduit par de petites percées à travers bancs, destinées à protéger les galeries qui en sont les plus rapprochées. Il est inutile de dire que ces éboulements sont provoqués dans les parties de la mine où l'on n'a pas à craindre les mouvements qui peuvent en résulter à la surface du sol. Si la couche est inclinée, on laisse tomber les matériaux de la partie supérieure, et les remblais se font ainsi naturellement; mais dans les couches horizontales on est obligé de les transporter. Ils coûtent, dans le premier cas, 3 à 4 centimes par hectolitre de houille extraite, et 6 à 7 centimes dans le second (1). Soit, par exemple, une couche de 10 mètres de puissance : on la divisera en trois

(1) Dans les carrières de Paris, où les remblais sont bournés, ils coûtent 4 fr. par mètre cube de pierre.

tranches qu'on exploitera successivement en s'élevant sur les remblais. Le défilage de la troisième tranche pourra se faire avec ou sans remblais, suivant les circonstances locales où se trouvera placée la mine. S'il a lieu sans remblais, on se contentera de soutenir le faite avec des *quadrillages* en vieux bois (1) ou avec des murs en pierres sèches, disposés de distance en distance.

La méthode d'exploitation par remblais a une grande influence sur l'avenir des mines, puisqu'elle permet d'exploiter les gîtes en totalité; tandis qu'en suivant l'ancien système, on laissait enfoui, d'après M. Beaunier, dans les mines les mieux exploitées, le quart de la houille, souvent le tiers, et dans celles moins bien dirigées, la moitié.

Les puits en creusement sont presque toujours aérés au moyen de caisses placées verticalement contre leur paroi. Lorsque le tirage naturel n'est pas assez actif, ces caisses vont aboutir à la cheminée à vapeur, ou bien, s'il n'y a pas de machine, on se sert d'un simple foyer d'appel placé à l'orifice du puits. Quand un puits doit servir isolément à l'extraction de la houille, on y construit une gaine d'aérage dont la largeur est égale au tiers du diamètre du puits. Une gaine semblable, d'une longueur de 220 mètres, coûte de 5 à 6000 fr. et peut durer dix à quinze ans, suivant la quantité d'eau qui ruisselle dans le puits. Lorsqu'il tombe peu d'eau, la gaine est détériorée beaucoup plus promptement par les gaz chauds qui sortent des travaux intérieurs.

L'aérage des mines s'opère habituellement à l'aide de deux puits qui communiquent entre

Aérage.

(1) Espèce de prismes carrés.

eux. L'air entre dans la mine par un de ces puits, et est distribué au moyen de galeries spéciales, dans les différentes parties de l'exploitation. On établit souvent en différents endroits des portes destinées à régler la marche du courant d'air, et à le faire arriver au front des chantiers les plus éloignés. Ces portes sont quelquefois doubles, afin que le courant ne soit jamais interrompu. Lorsqu'il est nécessaire d'aérer le front d'une taille située à l'extrémité d'un cul-de-sac, on se sert de caisses en bois qui débouchent d'un côté près du chantier, et de l'autre derrière une porte établie au milieu du chemin d'air. Il importe surtout d'entretenir un courant d'air actif et continu dans les mines sujettes au grisou, telles que celles de Pic-Pierre et d'Egarande (concession d'Egarande), des Flaches (concession du Sardon), de la Grande-Croix et de Collenon. Les ouvriers qui travaillent dans ces mines sont munis de lampes de sûreté à enveloppe métallique, dites lampes de Davy, qui ont été introduites à Rive-de-Gier en 1826. Avant cette époque, l'usage était d'enflammer le gaz tous les matins, avant l'entrée des ouvriers. Nous renvoyons pour plus de détails sur cette dangereuse opération, à l'Historique de la concession d'Egarande.

On a soumis à l'essai dans ces derniers temps, les lampes de sûreté des modèles Dumesnil et Mueseler, dans les mines de Rive-de-Gier, et on a reconnu qu'elles présentaient toutes deux des inconvénients dans la pratique. La première éclaire bien, mais elle s'éteint facilement dans un air agité. Quant à la seconde, elle serait très-commode dans les couches peu épaisses; mais elle est tout à fait insuffisante pour l'éclairage des galeries élevées.

On peut augmenter notablement le pouvoir éclairant de la lampe de Davy, en la munissant intérieurement d'un double réflecteur parabolique, à axe vertical. Cette modification a obtenu, à Rive-de-Gier, la sanction de la pratique.

Aux Flaches, la consommation et l'entretien d'une lampe coûtent 0<sup>e</sup>,27 en 12 heures, le prix de l'huile étant de 1,40 à 1,50 le kilogramme.

Au commencement du XIX<sup>e</sup> siècle, les machines à chevaux étaient les plus usitées pour l'extraction du charbon et l'épuisement des eaux; mais elles ont été successivement remplacées par des machines à vapeur. C'est au puits Richardon (concession du Mouillon) qu'a été établie, vers 1800, la première machine à vapeur qu'on ait vue à Rive-de-Gier. Celle du puits Jamen (concession des Verchères) a été placée en 1804. On comptait, à Rive-de-Gier, en 1812, d'après M. Beaunier, quatre machines à vapeur de rotation en activité. Il en existe aujourd'hui quatre-vingts environ pour le service des puits.

Machines employées à l'extraction et à l'épuisement.

Les bennes qui sont employées à l'extraction, et qui servent aussi à la descente des ouvriers, ont des dimensions variables.

Voici celles de quelques exploitations :

	Hauteur. mèt.	Largeur. mèt.
Puits Saint-Martin et Maniquet (Sardon).	1,15	0,97
Puits Grézieux ( <i>id.</i> ) . . . . .	1,25	1,00
Puits Saint-André (Cappe) . . . . .	1,16	0,94
Puits Neuf et de l'Espérance (Cappe) . . . . .	1,13	0,90
		0,80
Puits Neuf (Graud'-Croix) . . . . .	1,00	0,95
		0,80

Ces dernières contiennent donc de 6 à 6 hectolitres  $\frac{1}{2}$ . Celles des puits Charrin et Frontignat jaugent 10 hectolitres.

Les bennes portent sous leur fond deux roulettes qui permettent de les transporter jusqu'aux cases de déchargement. Une benne de la Grand-Croix, ainsi pourvue de ses roulettes, a été estimée 80 fr. par experts.

Il y a trois classes de cordes en chanvre, suivant la profondeur des puits. La première classe qui s'applique aux puits les plus profonds, tels que le puits Vellerut (Collenon), comprend les câbles de 450 mètres de longueur, qui pèsent 1400 kil. Ceux de la deuxième classe ont environ 350 mètres, et pèsent 1000 kil. Enfin ceux de la troisième classe, qui sont relatifs aux puits les moins profonds, tels que ceux de Couzon et des Verchères, présentent un développement de 270 mètres, et pèsent environ 700 kil. On voit donc qu'il y a de 32 à 38 mètres courants de câble au quintal métrique. Ces câbles coûtent, à Rive-de-Gier, 157 fr. les 100 kil. Leur durée dépend de l'état de l'air dans les puits, et de la quantité d'eau qui les mouille. Elle varie de trois à sept ou huit mois.

En 1843 les câbles en fil de fer ont été substitués aux cordes en chanvre, sur un assez grand nombre de puits. Celui du puits Frère-Jean (Cappe) a 400 mètres de longueur et pèse 800 kil. Au puits du Pré (Sardon) on a placé un câble en fer de 280 mètres pesant 300 kil. Celui du puits du Pré (Couzon) est long de 260 mètres, et pèse 356 kil. Ces câbles coûtent 200 fr. le quintal métrique. Les avantages qu'ils offrent sous le rapport de l'économie sont incontestables. Ils pèsent  $\frac{2}{5}$  de moins que les cordes en chanvre; ils coûtent, à longueur égale, un tiers de moins, et peuvent durer deux fois plus longtemps; mais ils ont

moins d'élasticité et peuvent se rompre plus facilement par un choc brusque. Il est facile de mettre en évidence l'économie que présentent ces câbles, en observant que dans des conditions de bon entretien, deux câbles en fil de fer, dont le prix est de 1300 fr., durent quatorze mois; tandis qu'il faudrait, pour le même service, quatre câbles en chanvre coûtant 5.600 fr. L'emploi des câbles en fil de fer exige, dans l'entretien et les soins à donner aux épissures, des précautions qui doivent être l'objet d'une surveillance active.

Quand il n'y a que peu d'eau dans une mine, on l'extrait pendant la nuit dans des bennes, au moyen de la machine à rotation. Lorsqu'au contraire, la quantité d'eau qui afflue journellement est considérable, on l'élève au jour au moyen de pompes mues, soit par une machine à vapeur à double effet, soit par une machine à simple effet, détente et condensation dite du Cornouailles. La première machine du second système qui ait été établie à Rive-de-Gier, est celle d'Egarande (Voir l'Historique de cette concession), remarquable par ses dimensions et par sa belle construction. Les puits Jamen (Verchères-Fleurdelix), Saint-Joseph (Montagne-du-Feu), Château (Sardon), Saint-Isidore (Reclus) et Lorette (Cappe) portent aussi des machines semblables.

Les ouvriers employés aux travaux d'une mine sont sous la direction d'un chef appelé *gouverneur*, qui est chargé de tous les détails de l'exploitation. Nous renvoyons au tableau n° 10, placé à la fin du mémoire, pour la désignation de ces ouvriers et les prix de leurs journées, depuis 1830 jusqu'en 1844 exclusivement.

Les *piqueurs*, c'est-à-dire les ouvriers qui

Ouvriers.

abattent la houille, entrent dans les travaux à minuit et en sortent à midi. A 4 heures du matin arrivent les *traineurs*, les *remplisseurs de bennes*, les *receveurs*, etc. De 4 heures du soir à 4 heures du matin, ce sont les *remblayeurs*, les *boiseurs*, les *réparationnaires*, etc., qui succèdent aux précédents; de sorte que l'extraction du charbon n'a lieu que depuis 4 heures du matin jusqu'à 4 heures du soir.

Un piqueur abat journallement de 80 à 100 hectolitres dans les couches épaisses, et de 15 à 25 seulement dans les couches minces. Le prix de l'abattage est donc beaucoup plus élevé dans les petites exploitations que dans les grandes; mais en revanche, les dépenses relatives aux boisages et aux remblais sont presque nulles dans les petites mines.

Voici comment le service de santé est organisé à Rive-de-Gier. Chaque compagnie a une caisse particulière où elle verse chaque jour une retenue de 5 centimes, faite sur le salaire de chaque ouvrier. Cette caisse devrait être uniquement destinée à secourir les malades, blessés, invalides et infirmes, ainsi que les veuves et orphelins en bas âge; mais il n'en est pas ainsi, et sous ce rapport, le service de santé pourrait recevoir de grandes améliorations. En effet les appointements du médecin sont pris sur les fonds de la caisse, et c'est là une contravention évidente à l'article 20 du décret de 1813, qui veut que les secours donnés aux blessés soient à la charge des exploitants. Il existe même certaines compagnies qui ne suppléent pas à la caisse, lorsque celle-ci vient à faire défaut. Ce n'est pas tout. Les intérêts des sommes versées dans chaque caisse devraient être acquis à l'ouvrier,

puisque ces sommes proviennent d'une retenue faite sur son salaire. Or, il n'en est rien. Les caisses de secours, telles qu'elles sont instituées à Rive-de-Gier, donnent donc lieu à de graves abus, qu'il serait urgent de réformer. Pour y parvenir, on pourrait réunir toutes les caisses particulières en une seule, dont l'administration serait confiée à un comité spécial, tel que celui dont il est fait mention dans le règlement annexé à l'ordonnance royale du 27 juin 1817, laquelle n'a jamais reçu son exécution à Rive-de-Gier. Les ressources que présenterait cette caisse générale seraient de plus une garantie de son efficacité.

On peut établir comme il suit le prix de revient moyen de l'hectolitre de houille, à Rive-de-Gier :

	fr.
Abattage . . . . .	0,040
Gouverneur et chargeur. . . . .	0,042
Trainage. . . . .	0,065
Boisage. . . . .	0,100
Remblayage. . . . .	0,035
Eclairage. . . . .	0,015
Main-d'œuvre à l'extérieur. . . . .	0,042
Entretien des machines, bennes, cordes, etc. . . . .	0,032
Droits de tréfonds, indemnités, etc. . . . .	0,060
Frais d'administration et de magasin. . . . .	0,065
Voitures et chevaux à l'extérieur. . . . .	0,064
Frais imprévus. . . . .	0,020
Total. . . . .	0,580

Ce revient varie d'ailleurs entre des limites assez étendues. Ainsi, il est d'environ 0<sup>f</sup>,45 à Grézieux, de 0<sup>f</sup>,60 à 0<sup>f</sup>,68 à la Grand-Croix et à la Péronnière, où les frais de boisage et d'épuisement sont considérables; de 0<sup>f</sup>,50 à 0<sup>f</sup>,55 à Frigerin.

Voici le détail du revient de la houille à Tartaras :

	fr.
Frais d'exploitation. . . . .	0,28
Transport au canal. . . . .	0,09
Indemnités de terrains, frais généraux. . . . .	0,06
<b>Total. . . . .</b>	<b>0,43</b>

Les documents suivants donneront l'explication des chiffres qui constituent le prix de revient moyen ci-dessus, en ce qui concerne les dépenses afférentes à l'exploitation proprement dite.

DÉPENSES JOURNALIÈRES DU Puits MANIQUET (Sardou).

*A l'extérieur :*

	fr.
1 machiniste en premier, à 85 fr. par mois. . . . .	2,80
1 machiniste en second, à 70 fr. . . . .	2,30
1 bennier, à 85 fr. . . . .	2,80
1 forger, à 100 fr. . . . .	4,00
1 lampiste. . . . .	3,00
2 receveurs de bennes. . . . .	5,00
1 receveur de bennes à eau. . . . .	2,15
1 chargeur de voitures. . . . .	2,35
2 manœuvres. . . . .	4,00
<b>Total. . . . .</b>	<b>28,40</b>

*A l'intérieur :*

	fr.
1 gouverneur. . . . .	5,00
1 remplisseur au rocher. . . . .	4,25
1 renverseur de bennes. . . . .	3,75
5 remplisseurs de bennes dans les tailles, à 2 <sup>f</sup> ,70. . . . .	13,50
5 toucheurs de chevaux, à 1 <sup>f</sup> ,50. . . . .	7,50
2 palefreniers, à 2 <sup>f</sup> ,50. . . . .	5,00
2 boiseurs pour l'entretien des travaux (ils ont 0 <sup>f</sup> ,725 par cadre, et en posent 8 à 9 par jour). . . . .	6,50
10 piqueurs, à 3 <sup>f</sup> ,35. . . . .	33,50
2 piqueurs dans les éboulements, à 3 fr. . . . .	6,00
12 chevaux, à 3 fr. chacun. . . . .	36,00
Huile à 40 ouvriers (chacun d'eux en consomme pour 0 <sup>f</sup> ,20). . . . .	8,00

	fr.
1 sous-gouverneur. . . . .	4,00
2 réparateurs. . . . .	6,00
4 pionniers, à 2 <sup>f</sup> ,25, et un toucheur, à 1 <sup>f</sup> ,50. . . . .	10,50
12 cadres de bois par jour, ou 240 p., à 0 <sup>f</sup> ,25. . . . .	60,00
50 écoins, à 0 <sup>f</sup> ,25. . . . .	12,50
<b>Total. . . . .</b>	<b>222,00</b>
<b>Total. . . . .</b>	<b>250,40</b>

On extrait par jour 90 bennes de 10 hectolitres chaque, soit 900 hectolitres. La redevance au propriétaire étant de 1/9, il reste 800 hectolitres coûtant 250<sup>f</sup>,40 en frais d'exploitation.

DÉPENSES D'UNE QUINZAINE AU Puits DE TELEGRAPHE.

(Concession de Collenon.)

*Main-d'œuvre à l'intérieur :*

	fr.
10 piqueurs (1015 bennes de menu. 280 <sup>f</sup> ,10 } ont abattu { 241 bennes de pérat. 132 <sup>f</sup> ,55 } . . . . .	412,65
32 traîneurs, à 3 <sup>f</sup> ,25. . . . .	1.456,00
1 remplisseur, à 4 fr. . . . .	56,00
1 remplisseur, à 3 fr. . . . .	42,00
1 piqueur pour percer les galeries d'aérage, à 3 <sup>f</sup> ,25. . . . .	45,00
1 pionnier, à 2 <sup>f</sup> ,25. . . . .	35,00
1 gouverneur, à 6 fr. . . . .	84,00
1 sous-gouverneur, à 4 fr. . . . .	56,00
5 boiseurs, à 3 fr. . . . .	210,00
<b>Total. . . . .</b>	<b>2.397,15</b>

*A l'extérieur :*

	fr.
2 machinistes, à 70 fr. par mois. . . . .	70,00
5 receveurs de bennes, à 2 <sup>f</sup> ,50 . . . . .	175,00
1 aide-receveur, à 1 <sup>f</sup> ,75. . . . .	24,50
1 receveur d'eau, à 2 fr. . . . .	28,00
1 garnisseur de lampes, à 1 fr. . . . .	14,00

	fr.
1 bennier, à 2 <sup>f</sup> ,75. . . . .	38,50
1 charpentier, à 2 <sup>f</sup> ,75. . . . .	38,50
1 forgeron, à 2 <sup>f</sup> ,75. . . . .	38,50
1 aide-forgeron, à 2 fr. . . . .	28,00
1 chargeur de pierres, à 2 <sup>f</sup> ,50. . . . .	35,00
1 choisisseur de pierres, à 1 <sup>f</sup> ,50. . . . .	21,00
	<hr/>
	511,00

*Frais divers.*

	fr.
Par jour, 66 mètres ou 200 p. de bois de 0 <sup>f</sup> ,15 à 0 <sup>f</sup> ,20 le pied. . . . .	560,50
Ecoins (15 fr. par jour). . . . .	210,00
Entretien du puits. . . . .	6,00
Cordes du plan incliné. . . . .	180,00
Cordes du puits. . . . .	150,00
	<hr/>
	1.106,00

Total. . . . . 4.014,15

Les piqueurs reçoivent dans cette mine 0<sup>f</sup>,55 par benne de pérat, égale à 11 hectolitres, et 0<sup>f</sup>,27596 pour 9 hectolitres ou une benne de menu. L'extraction pendant la quinzaine s'est donc élevée à 11.786 hectolitres.

ETAT DES DÉPENSES DE L'EXPLOITATION D'EGARANDE,  
du 1<sup>er</sup> janvier au 9 mars 1833.

1<sup>o</sup> *Puits d'Égarande.* — 60 à 70 bennes de 9 hectolitres, extraites en 24 heures.

Dépenses de l'exploitation. . . . . 16.201<sup>f</sup>,80  
Charbon extrait. . . . . 3.867 bennes.

dont il faut retrancher 1/16 ou 241 bennes pour droits de propriété, et 194 bennes pour la machine.  
Reste donc 3.432 bennes.

2<sup>o</sup> *Puits Moïse.* — 100 bennes de 9 hectolitres 1/2 par 24 heures.

Dépenses de l'exploitation. . . . .	187.31 <sup>f</sup> ,75
Charbon extrait. . . . .	5.853 bennes.
Droits de propriété 1/16. 365 b. } 463 bennes.	
Charbon pour machine. . 98 b. }	
Reste. . .	5.390 bennes.

3<sup>o</sup> *Puits Saint-François.* — 70 bennes de 10 hectolitres en 24 heures.

Dépenses de l'exploitation. . . . .	14.923 <sup>f</sup> ,75
Charbon extrait. . . . .	3.749 bennes.
Droits de propriété 1/10. 375 b. } 475	
Charbon pour machine. . 100 b. }	
Différence. . .	3.274 bennes.

On a donc extrait à Égarande, du 1<sup>er</sup> janvier au 9 mars 1833, 114.833 hectolitres de houille, et les dépenses d'exploitation se sont élevées à 49.857<sup>f</sup>,30.

FRAIS D'UNE QUINZAINE AU HAUT-RECLUS.

( Mars 1832. )

*Au fond :*

	fr.
1 gouverneur, à 5 fr. . . . .	70,00
1 sous-gouverneur, à 3 <sup>f</sup> ,75. . . . .	52,50
9 piqueurs { à 0 <sup>f</sup> ,35 par benne de 7 hect. de menu et à 0 <sup>f</sup> ,55 par benne de 8 hect. de pérat ont abattu :	
620 bennes de menu = 4,340 hect. = 217 fr. } 357,80	
256 bennes de pérat = 2,048 hect. = 140 <sup>f</sup> ,80 }	
3 piqueurs de recherche, à 3 <sup>f</sup> ,25. . . . .	136,50
1 piqueur de recherche, à 3 fr. . . . .	42,00
2 remplisseurs aux chantiers, à 3 fr. . . . .	84,00
3 traîneurs, à 3 <sup>f</sup> ,25. . . . .	136,50
1 palefrenier, à 2 <sup>f</sup> ,50. . . . .	35,00
3 toucheurs, à 1 <sup>f</sup> ,50. . . . .	63,00
2 remplisseurs sous le puits, à 7 fr. . . . .	98,00
4 chevaux, à 3 fr. . . . .	160,00
2 brouetteurs, à 3 fr. . . . .	84,00
2 boiseurs, à 3 <sup>f</sup> ,25. . . . .	91,50
1 boiseur, à 3 fr. . . . .	42,00
1 réparateur au puits, à 3 <sup>f</sup> ,25. . . . .	45,50
	<hr/>
	1.498,30

Au jour :

	fr.
1 marqueur, à 4 fr. . . . .	56,00
1 bennier, à 2 <sup>f</sup> .75. . . . .	38,50
1 forger, à 2 <sup>f</sup> .50. . . . .	35,00
2 receveurs de jour, à 2 <sup>f</sup> .25. . . . .	63,00
1 receveur de nuit, à 2 fr. . . . .	28,00
1 chargeur, à 2 fr. . . . .	28,00
1 voiturier, à 2 fr. . . . .	28,00
1 trieur de pierres, à 1 fr. . . . .	14,00
3 manœuvres, à 2 fr. . . . .	84,00
1 machiniste, à 70 fr. par mois. . . . .	35,00
1 machiniste, à 65 fr. par mois. . . . .	32,50
1 cheval, à 3 fr. par jour. . . . .	45,00

1.985,30

Total. . . . . 3.483,60

La journée de charbon est de 70 à 75 bennes, de 7 à 8 hectolitres.

Prix de vente.

Les charbons se vendent à Rive-de-Gier à l'hectolitre ou au quintal métrique, suivant qu'ils sont en menus ou en gros morceaux (1). On les classe sous ce rapport en 3 catégories : 1° le gros ou *pé-rat* ; 2° le moyen ou *gréle*, et 3° le menu. On distingue aussi une 4° classe de charbons que l'on désigne sous le nom de malbroucks ; cette classe renferme les charbons mélangés de menu et de moyen qui s'extrait habituellement des couches naturellement friables ou qui le sont devenues à la suite de mouvements du sol résultant d'anciens travaux mal dirigés.

Le prix des houilles dépend non-seulement de leurs qualités, mais encore de l'état de division dans lequel elles se trouvent. Ainsi on verra plus

(1) L'hectolitre de menu mêlé de grêle pèse environ 83 kil.

loin que le prix du pérat est beaucoup plus élevé que celui du menu. Cette supériorité de la houille en gros morceaux tient non-seulement à ce qu'elle peut être employée à des usages plus nombreux que le menu, mais à ce qu'elle éprouve moins de déchet par le transport et qu'elle donne beaucoup plus de chaleur que le menu à volume égal (1). Il y a donc un grand avantage à extraire d'une mine le plus de gros possible. A Rive-de-Gier les petites couches donnent en moyenne 1/3 de pérat et 2/3 de menu ; mais il n'en est pas de même dans la plupart des grandes exploitations, et à l'exception de quelques-unes, telles que celles de Couzon, d'Egarande, etc., les autres n'obtiennent guère que 1/5 de pérat, 1/8 et même moins.

En 1839 plusieurs sociétés se sont réunies pour vendre leurs charbons en commun ; cette association, connue sous le nom de Compagnie Charbonnière, avait pour but d'empêcher les fâcheux effets de la concurrence, en établissant une échelle commune pour les prix des différentes natures de houille. Les produits de l'association étaient répartis entre les différents intéressés, proportionnellement à la quantité extraite journellement par chacun d'eux. Cette compagnie, après s'être réunie à celle de St-Étienne dans le courant d'avril 1843, époque à laquelle il y avait plus de 1 million d'hectolitres en magasin, a été dissoute quelques mois plus tard. Ce fait a immédiatement produit une baisse dans les prix des charbons, ainsi qu'on peut le voir en parcourant le tableau suivant :

(1) Un mètre cube de houille réduit en menu rend en effet 14 hectolitres environ.

NOMS DES MINES.	MAI 1843.				MARS 1844.			
	Pérats.	Grèles.	Menus.	Malbr.	Pérats.	Grèles.	Menus.	Malbr.
Egarande . . . . .	2,90	2,80	0,575	»	2,75	2,55	0,425	»
Verchères . . . . .	2,90	2,80	0,55	»	2,65	2,50	0,45	»
Combes . . . . .	2,80	2,70	0,65	»	2,65	2,50	0,50	»
Couzon (mine neuve) . . . . .	2,85	2,75	0,65	»	2,90	2,80	0,55	»
Id. (mine vieille) . . . . .	2,25	2,10	0,65	»	2,30	2,10	0,50	»
Pré et Logis . . . . .	2,55	2,45	0,65	»	2,35	2,25	0,45	»
Couchant . . . . .	2,40	2,30	0,65	»	»	»	»	»
Devarey . . . . .	2,45	2,35	0,55	»	2,30	2,20	0,45	»
Ile d'Elbe ou Vellerut . . . . .	2,20	2,20	0,47	»	»	»	»	»
Grande-Cappe . . . . .	2,35	2,25	0,525	»	2,25	2,15	0,45	»
Gourle . . . . .	2,40	2,30	0,65	»	2,25	2,	0,65	»
Flaches (puits Vieux) . . . . .	2,40	2,30	0,575	»	2,25	2,10	0,40	»
Id. (puits Saint-Martin) . . . . .	2,40	2,30	0,575	»	»	»	»	»
Id. (puits Faure) . . . . .	2,65	2,45	0,65	»	2,30	2,20	0,45	»
Lorette . . . . .	2,30	2,20	0,60	»	2,30	2,20	0,50	»
Espérance . . . . .	2,40	2,30	0,65	»	2,25	2,15	0,50	»
Château . . . . .	2,80	2,70	0,65	»	2,65	2,55	0,575	»
Saint-Mathieu . . . . .	»	»	»	»	»	»	»	0,65
Grézieux . . . . .	»	»	»	»	2,40	2,25	0,50	»
Grand-Croix . . . . .	»	»	»	»	»	»	»	0,70
Montagne-du-Feu . . . . .	»	»	»	»	2,50	2,30	0,50	»
Bassin des Grandes-Flaches . . . . .	»	»	»	»	2,15	2,	0,50	»
Tartaras . . . . .	»	»	»	»	»	»	»	0,55

Il restait dans les magasins de Rive-de-Gier  
533,869 hectolitres de houille le 20 avril 1844.

Voici maintenant l'état des prix des charbons  
des principales mines de Rive-de-Gier, depuis  
1836 jusqu'à 1842.

Années.	DISTINCTION des charbons en trois catégories.	CHARBONS DE FORGES.		CHARBONS DURS.				CHARBONS SECS.			
		Grand- Croix.	Saint- Mallieu.	Puits du Pré et du Logis (Sardon)	Puits du Cou- chant (Cappe).	Couzon.	Combes et Ega- rande.	Puits Devarey (Haut- Reclus).	Cor- beyre.	Bassin des Grandes- Flaches (Mont- Jhesseux).	Collenon
1836	Pérat, les 100 k.	1,75	»	»	2,40	2,20	2,90	»	2,01	»	2,01
	Grélat, dz.	»	»	»	2,20	2,05	2,70	»	1,85	»	1,85
	Menu, l'hectol.	0,67	»	0,60	0,80	0,85	0,85	»	0,70	»	0,80
1837	Pérat.	1,75	»	»	2,35	2,20	2,90	»	2,05	»	2,00
	Grélat.	»	»	»	2,15	2,05	2,70	»	1,87	»	1,86
	Menu.	0,70	»	0,65	0,65	0,55	0,55	»	0,68	»	0,60
1838	Pérat.	1,55	2,00	»	2,30	2,85	2,85	»	2,05	»	2,02
	Grélat.	»	1,85	»	2,10	2,65	2,65	»	1,84	»	1,87
	Menu.	0,55	0,48	»	0,50	0,45	0,45	»	0,401	»	0,372
1839	Pérat.	1,55	2,03	2,40	2,25	2,80	2,80	2,25	2,02	2,03	
	Grélat.	»	1,80	2,20	2,10	2,60	2,60	2,12	1,87	1,85	
	Menu.	0,54	0,455	0,45	0,502	0,45	0,45	0,502	0,342	0,401	
1840	Pérat.	1,55	1,96	2,35	2,20	2,75	2,75	2,23	1,92	2,00	
	Grélat.	»	1,80	2,20	2,10	2,60	2,60	2,10	1,81	1,87	
	Menu.	0,54	0,63	0,50	0,52	0,50	0,50	0,596	0,356	0,453	
1841	Pérat.	1,55	1,90	2,30	2,20	2,80	2,80	2,26	1,91	1,93	
	Grélat.	»	1,80	2,15	2,10	2,60	2,60	2,16	1,85	1,85	
	Menu.	0,55	0,63	0,55	0,58	0,50	0,60	0,507	0,455	0,565	
1842	Pérat.	1,55	1,91	2,30	2,20	2,75	2,75	2,27	1,90	1,95	
	Grélat.	»	1,80	2,15	2,10	2,55	2,55	2,16	1,83	1,85	
	Menu.	0,55	0,58	0,60	0,65	0,65	0,65	0,558	0,41	0,516	

Il résulte de cet état :

1° Que les prix maximum et minimum des 3 catégories de charbons ont été, de 1836 à 1842, les suivants :

	CHARBONS DE FORGE.	CHARBONS DURS.	CHARBONS SECS.
Prix maximum.	Pérat de Saint-Mathieu. . . . . 2,03 } en 1839	Pérat d'Egaran-de. . . . . 2,90 } en 1836	Pérat de Corbeyre . . . . . 2,05 } en 1837
	Grêle, id. . . . . 1,85 } en 1837	Grêle, id. . . . . 2,70 } en 1836	Grêle, id. . . . . 1,87 } en 1837
	Menu de la Gr.-Croix . . . . . 0,70 } en 1837	Menu d'Egaran-de et Couzon. 0,85 } en 1836	Menu de Colle-non . . . . . 0,80 } en 1836
Prix minimum.	Pérat de la Gr.-Croix, . . . . . 1,55 } de 1838 à 1842	Pérat de Couzon . . . . . 2,15 } en 1839	Pérat de Montbressieux . . . . . 1,40 } en 1840
	Grêle de Saint-Mathieu. . . . . 1,80 } de 1840 à 1842	Grêle, id. . . . . 2,00 } en 1838	Grêle de Colle-non . . . . . 1,81 } en 1840
	Menu, id. . . . . 0,48 } en 1838	Menu des Comhes et Egaran-de et Cappe. 0,45 } en 1836	Menu, id. . . . . 0,342 } en 1839

D'où l'on déduit, pour le prix moyen des pérats grêles et menus, des qualités désignées ci-dessus :

	CHARBONS de forge.	CHARBONS DURS.	CHARBONS SECS.
Prix moyens :	Pérat. . . . . 1,79	Pérat. . . . . 2,525	Pérat. . . . . 1,725
	Grêle. . . . . 1,825	Grêle. . . . . 2,35	Grêle. . . . . 1,84
	Menu. . . . . 0,59	Menu. . . . . 0,65	Menu. . . . . 0,571

2° Que *relativement aux pérats et grêles*, les prix de vente ont généralement diminué de 1836 à 1839, excepté dans les concessions de Corbeyre

et de Collenon. En effet, par suite de l'assèchement des mines, l'exploitation reprenait successivement son cours, tandis qu'au contraire la production diminuait sensiblement à Collenon et à Corbeyre;

Que les prix de 1840 sont notablement inférieurs à ceux de 1839, ce qui s'explique par la difficulté que présentait alors la navigation ;

Que de 1840 à 1842 inclusivement, les prix de vente sont restés à peu près constants, excepté à Couzon, à Montbressieux, au puits Devarey et au Sardon. Le puits Devarey n'étant en activité que depuis 1839, ses charbons étaient de plus en plus recherchés pour les bateaux à vapeur, au fur et à mesure qu'on en connaissait mieux la qualité. A Couzon et à Montbressieux on avait fait très-peu de travaux dans la bourrue. Enfin il était naturel que les prix de vente des pérats et grêles diminuassent dans la concession du Sardon, parce que l'exploitation portait principalement dans la couche bâtarde.

3° Que *relativement aux menus*, les prix ont diminué beaucoup de 1836 à 1839, époque à laquelle s'est formée la Compagnie Charbonnière ; que depuis 1839, ils n'ont cessé d'augmenter par le fait seul de l'existence de cette compagnie ;

4° Que *si l'on considère les prix des charbons de même qualité* provenant des différents puits d'extraction, on remarque que le gros de Saint-Mathieu est plus cher que celui de la Grand-Croix. Cela tient à ce que les charbons de la Grand-Croix sont vendus à la grande benne sur le carreau de la mine, tandis que ceux de Saint-Mathieu sont triés avec soin. On observe aussi que le prix du menu de Saint-Mathieu l'emporte sur celui du

menu de la Grand-Croix depuis 1840, parce que la société de la Grand-Croix n'est entrée dans la Compagnie Charbonnière qu'en 1842 ;

Que les prix des pérats d'Egarande sont supérieurs à ceux des autres mines, ce qui tient à ce que la houille d'Egarande est très-dure et qu'elle provient uniquement de la grande masse. L'infériorité du gros de Couzon en 1839 est due à ce qu'il a été exploité en grande partie dans la batarde. Le prix des menus de Couzon s'est élevé depuis 1840, parce que, depuis cette époque, l'exploitation a porté en partie dans la mine de dessus ;

Que l'impureté du charbon des Grandes-Flaches le rend inférieur à celui de Corbeyre et de Collenon ; que le menu de Collenon est supérieur à celui de Corbeyre, parce que celui-ci est mélangé de schistes ; qu'enfin le prix des menus de Montbressieux s'est élevé au-dessus du prix établi par la Compagnie Charbonnière, attendu que ces menus sont plus mélangés de grêles et par conséquent plus recherchés pour le chauffage domestique (1).

Extraction journalière, transports et débouchés.

La production journalière du bassin de Rive-de-Gier était d'environ 10.000 hectolitres à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle. Les transports avaient lieu soit par terre, soit par le canal de Givors. On payait sur cette seconde voie 0<sup>f</sup>,25 par hectolitre, plus 0<sup>f</sup>,10 pour frais de chargement (ce dernier chiffre variait de 0<sup>f</sup>,075 à 0<sup>f</sup>,125 suivant l'éloignement des maga-

(1) Du mois de juillet au 31 décembre 1836, les menus ont valu à Couzon de 0<sup>f</sup>,98 à 1 fr. l'hectolitre. La mine de dessus, dite *Neuve*, exploitée depuis 1840, s'est vendue : pérats 2<sup>f</sup>,80, grêlats 2<sup>f</sup>,60.

sins), et 0<sup>f</sup>,05 pour frais de louage et de conduite du bateau. Ainsi le transport d'un hectolitre de houille de Rive-de-Gier à Givors coûtait 0<sup>f</sup>,40. On payait la même somme de Givors à Lyon, plus 0<sup>f</sup>,20 pour frais de chargement ; de sorte que le prix du transport par eau, de Rive-de-Gier à Lyon, s'élevait à 1 fr. par hectolitre. Or on pouvait, au même prix, amener la houille à Lyon par voie de terre. Aussi le charbon de luxe destiné au chauffage domestique était-il conduit directement par voitures au domicile des consommateurs, qui évitaient ainsi les déchets et le mélange des mauvaises qualités.

Aujourd'hui la houille est transportée, partie par le chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon, partie par le canal de Givors, et partie par routes de terre diverses. Le tarif du chemin de fer est de 9<sup>cent</sup>,8 par tonne et par kilomètre. On paie en outre un droit d'embranchement, qui est de 2<sup>f</sup>,12 par wagon contenant 37 hectolitres de houille, ce qui fait 5<sup>cent</sup>,7 par hectolitre. Avant l'ouverture du chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon (1830), la compagnie du canal percevait pour toute la distance comprise entre Rive-de-Gier et Givors 0<sup>f</sup>,27 par hectolitre de houille dont 0<sup>f</sup>,23 de droits de navigation et 0<sup>f</sup>,04 de prime. Ce tarif a été modifié par l'ordonnance royale du 5 décembre 1831 et abaissé de manière à offrir aux exploitants du bassin houiller un avantage réel sur le transport par le chemin de fer ; mais les deux compagnies du chemin de fer et du canal s'étant réunies depuis quelques années, toute concurrence se trouve anéantie, et les prix sont les mêmes sur ces deux voies de transport.

L'extraction journalière à Rive-de-Gier est à peu

près la même qu'à Saint-Etienne et peut être évaluée à 20 ou 25.000 hectolitres. Les exploitants de Rive-de-Gier livreraient donc annuellement au commerce de 6 à 7 millions d'hectolitres de houille qui, à raison de 0,80, représentent une valeur de 4.800.000 à 5.600.000 fr. La consommation locale absorbe environ le tiers de la production. Les deux autres tiers sont exportés dans les départements du Rhône, de l'Isère, du Gard, des Bouches-du-Rhône, en Champagne, en Franche-Comté et en Alsace.

La production du bassin de Rive-de-Gier, y compris la concession de Saint-Chamond, a été en 1841 de 4.552.612 quintaux métriques. On a employé : 1° 2.356 ouvriers, dont 1.730 à l'intérieur, et 565 à l'extérieur; 2° 485 chevaux, dont 376 au fond et 109 à la surface. Sur 82 machines à vapeur, on en a mis 39 en activité pour l'extraction du combustible, et 13 pour l'épuisement des eaux. La consommation intérieure du sous-arrondissement minéralogique de Rive-de-Gier, pendant la même année, a été de près de 2 millions de quintaux, y compris 704.125 quintaux métriques provenant des mines de Saint-Etienne. Sur ces 2 millions, plus de 600.000 ont servi à l'alimentation des verreries.

(La suite prochainement.)

## MÉMOIRE

sur la constitution minéralogique et chimique  
des roches des Vosges;

Par M. ACHILLE DELESSE, Ingénieur des mines.

Les Vosges ont déjà été souvent l'objet des publications d'un grand nombre de géologues, et parmi les ouvrages les plus importants qui s'occupent de leur géognosie, on peut citer la topographie minéralogique de l'Alsace de Voltz, la statistique de la Haute-Saône de M. Thirria, plusieurs descriptions de MM. Hogard, Puton, Fournet, d'Oeynhausien, de Dechen, La Roche et Rozet, enfin l'explication de la carte géologique de France par MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont. Dans quelques mémoires particuliers, M. Élie de Beaumont, qui était plus spécialement chargé de la géologie des Vosges, a depuis longtemps établi les grandes divisions entre les divers terrains qui les composent, en sorte qu'il ne reste, pour ainsi dire, à faire que des études de détail : Mais après quelques excursions dans ces montagnes, on ne tarde pas à reconnaître combien ces études sont nécessaires, car on rencontre une très-grande variété de roches cristallines dans lesquelles le grain est indistinct et qu'il est le plus souvent impossible de classer, quelque habileté qu'on puisse d'ailleurs avoir à reconnaître les substances minérales : on arrive bien, avec de l'habitude et par une série de comparaisons, à les rapprocher d'autres roches qui sont analogues et qui ont été rencontrées, soit dans les Vosges, soit dans diverses localités; mais comme jusqu'à présent les géologues ne se sont pas occu

pés d'études spéciales relatives à la *constitution minéralogique et chimique* des roches, la solution du problème n'est pas plus avancée et ces roches ne cessent pas d'être complètement inconnues; on sait seulement qu'elles existent dans plusieurs contrées différentes.

Depuis deux années, je me suis livré à des recherches de *minéralogie chimique* sur les roches des Vosges, et sans m'arrêter ici à exposer le but d'ensemble dans lequel elles ont été entreprises (1), je vais faire connaître d'une manière très-sommaire la marche qui a été suivie.

Marche suivie.

Je ne me suis pas attaché à étudier ces roches dans un ordre déterminé, par exemple d'après leur ordre d'ancienneté, car les données qu'on possède jusqu'à présent sur les roches des Vosges sont assez vagues et la suite de ce travail contribuera sans doute à jeter du jour sur cette question en permettant de les rapprocher de roches dont l'âge est connu par leur gisement dans d'autres pays. Si on considère, par exemple, les porphyres des Vosges en particulier, on reconnaît facilement qu'il y en a plusieurs espèces différentes qui percent le terrain de transition et qui le relèvent; les uns peuvent donc lui être contemporains, les autres postérieurs, mais quels sont les termes de la série des roches stratifiées entre lesquels ils ont apparu, c'est un problème dont l'étude des Vosges ne me semble pas donner toujours la solution; toutefois la nature minéralogique et la composition chimique de ces porphyres étant connue et bien dé-

(1) Le lecteur trouvera de plus grands détails à cet égard dans le Bulletin de la Société géologique de France de 1847.

finie, il sera possible de les retrouver, dans d'autres chaînes de montagnes, dans des relations qui détermineront leur âge.

Comme plusieurs roches des Vosges ont reçu des divers géologues qui se sont occupés de leur étude des noms différents ou même contradictoires, autant que possible je les désignerai par la localité dans laquelle elles présentent le type le plus remarquable; je ferai connaître en regard leur synonymie.

Pour faire l'étude de chaque roche, j'en ai recueilli moi-même une série d'échantillons qui ont été pris sur divers points de la chaîne des Vosges et je me suis attaché d'abord à l'examen des *types* les mieux définis, dans lesquels les cristaux étaient nettement séparés et qui ne présentaient pas de *passages* aux roches environnantes; puis j'ai étudié la roche dans ses diverses dégradations et enfin lorsqu'elle prenait une texture grenue. Il est très-avantageux pour ces recherches minéralogiques, ainsi que l'a signalé M. Brongniart, d'avoir recours à la calcination, ce qui, en apportant une différence tranchée dans la couleur des minéraux constituants, permet souvent de les reconnaître plus facilement (1).

Quand les cristaux étaient distincts, j'ai séparé successivement ceux des minéraux qui entraient dans la composition de la roche en la brisant et en faisant, avec beaucoup de soin, un triage mécanique à la loupe et au besoin à l'aide de l'augette, d'après la méthode proposée par MM. Cordier et Berthier: lorsque la pâte avait une texture cris-

(1) Brongniart. Dict. d'hist. nat., t. 46, p. 28.

talline non discernable à la vue, je l'ai examinée au microscope afin de reconnaître le nombre et autant que possible la nature des minéraux qui la composaient.

Après avoir opéré ce triage, chaque substance minérale était décrite et étudiée séparément tant sous le rapport de ses propriétés *physiques* que de ses propriétés *chimiques*;

Pour cela je déterminais sa densité et ses formes cristallines les plus habituelles dans la roche; puis j'examinais ses propriétés au chalumeau et je terminais l'ensemble de ces recherches par son *analyse chimique*.

Dans la roche, la composition des minéraux isolés était ensuite comparée à celle de la pâte de la roche elle-même, ou à celle de la roche à l'état grenu, afin de rechercher quelle pouvait être la nature et la proportion des minéraux qui la composaient; dans certains cas la comparaison de la densité de la roche avec celle des minéraux constituants permettait d'arriver au même résultat.

Telle est la marche qui a été suivie dans l'examen des diverses roches des Vosges; pour compléter cette étude, je ferai connaître successivement, à mesure que l'occasion s'en présentera, les dégradations et les passages de ces roches les unes aux autres: je signalerai enfin les diverses localités dans lesquelles elles ont été observées, ainsi que les principaux faits relatifs à leur gisement.

Si les recherches dont je viens de tracer le plan n'avaient qu'un intérêt local et servaient seulement de base à une classification des roches des Vosges, il n'aurait peut-être pas été bien utile d'y consacrer tout le temps et tous les soins que réclament des travaux de ce genre, mais il est facile de con-

cevoir que ces recherches ont une plus haute portée, car, comme les Vosges présentent une très-grande variété de roches non stratifiées, qui ont été rencontrées pour la plus grande partie dans d'autres chaînes de montagnes, il deviendra facile de généraliser les résultats qui auront été obtenus.

Du reste, afin d'atteindre ce but, je ferai suivre l'étude de chaque roche des Vosges de l'énumération des principales roches connues qui peuvent en être rapprochées, et quand leur identité ne sera pas parfaite et ne résultera pas immédiatement du caractère minéralogique, j'aurai au besoin recours à l'analyse chimique.

Les nombreuses collections du Jardin du Roi renferment des matériaux très-riches que j'ai eu souvent l'occasion d'étudier, et je dois à la bienveillance de MM. Cordier, Brongniart, Rivière et Charles d'Orbigny, la communication de quelques échantillons qui m'ont permis de généraliser ce travail en comparant les résultats obtenus pour les roches des Vosges à ceux des roches provenant des localités les plus diverses.

Je terminerai ce mémoire par un essai de classification et de nomenclature des roches des Vosges, basé sur l'ensemble de leurs caractères et principalement sur les caractères minéralogique et chimique.

Enfin j'y joindrai par la suite une carte géologique détaillée, faisant connaître les relations de position de ces roches dans les principales localités où je les aurai étudiées et surtout dans le département de la Haute-Saône.

*Porphyre de Belfahy.*

Cette roche qui a la structure porphyrique la mieux caractérisée, a été désignée par MM. Voltz, Thirria, Cordier et Brongniart, sous le nom d'*ophite* (1), par M. Elie de Beaumont sous celui de *mélaphyre* (2) et elle appartiendrait au porphyre augitique de MM. Léopold de Buch et G. Rose : elle forme la plus grande partie de la montagne sur laquelle est bâti le village de Belfahy (voir *fig. 1, Pl. II*); on la retrouve au Puix (Haut-Rhin), à Giromagny, à Bitschwiller, à Horben (3), et elle présente un très-grand nombre de variétés sur plusieurs points de la chaîne des Vosges: comme ces variétés sont produites tantôt par la disparition, tantôt par la prédominance des minéraux qui composent la roche ou même seulement par leurs différentes manières d'être, il est indispensable de s'occuper d'abord de l'étude de ces minéraux : je commencerai donc par le feldspath qui est incontestablement et de beaucoup celui dont la connaissance est la plus importante.

Feldspath.

Les cristaux de feldspath qui donnent à la roche sa structure porphyrique, sont blancs ou blancs-verdâtres : dans la partie du ballon sur laquelle se trouve le village de Belfahy, ils ont une légère teinte verte, leurs arêtes sont vives et par leur couleur ils se distinguent nettement de la pâte; ils ont généralement de 1 à 2 centimètres de lon-

(1) Voltz. Géognosie des deux départements du Rhin, page 53.

Thirria. Statistique de la Haute-Saône, page 361.

(2) Explication de la Carte géologique de France.

(3) *Idem*, page 367.

gueur, et quelques millimètres de largeur; dans plusieurs variétés qu'on trouve surtout au Puix, ils sont plus nombreux, mais en même temps ils sont beaucoup plus petits (*fig. 2 et 3*). Quant à la pâte de la roche elle a une couleur qui varie du vert clair jusqu'au vert foncé et au vert-noirâtre; quelquefois elle est mêlée de tons violacés et dans quelques cas plus rares elle a une teinte violacée uniforme (*fig. 2*). La séparation du feldspath et de la matière qui forme la pâte n'est pas toujours aussi nette qu'à Belfahy et au Puix, alors le feldspath prend une teinte verte plus prononcée, qui est due, comme l'apprend l'examen sous le microscope, à ce que le minéral qui colore la pâte s'est formé aussi en petite quantité dans le feldspath lui-même pendant qu'il cristallisait : à la Grève près de Mielin, par exemple, les cristaux de feldspath ont une couleur verte aussi foncée que la pâte et même on ne peut les distinguer que quand ils ont pris une teinte blanchâtre par l'exposition à l'air.

Il arrive quelquefois qu'on rencontre aux environs de Belfahy et surtout à l'état de blocs roulés dans le Rhin, une variété de la roche dans laquelle les cristaux de feldspath présentent une couleur rose ou rouge de chair : j'avais d'abord pensé que ce dernier feldspath était différent du premier, car il a une densité qui est plus faible, mais je ne tardai pas à reconnaître qu'il a des formes cristallines identiques et que ce changement de couleur est produit simplement par une altération atmosphérique : Cette altération due à l'action de l'air et de l'eau, a sans doute pour effet de modifier l'état de combinaison de l'oxyde de fer qui entre dans le feldspath et, quelle que soit la manière dont

elle s'opère, on peut facilement la constater, car, en montant du village vers le ballon de Belfahy, j'ai rencontré des cristaux de feldspath qui étaient roses dans la partie de la roche exposée à l'action de l'air atmosphérique, mais qui avaient conservé la couleur blanc-verdâtre à l'intérieur de la roche; de plus, on pouvait observer dans un même cristal un passage insensible du rose au blanc. Il paraîtrait donc d'après cela que l'apparition de la couleur rose est le premier effet de la décomposition de ce feldspath et de sa transformation en kaolin; elle indique que l'oxyde de fer commence à se dégager de la combinaison; lorsque ensuite il est entraîné ou bien dissous par des composés organiques (1), le feldspath passe à une couleur blanche un peu mate, il perd de sa dureté et il prend une consistance farineuse: pour le porphyre de Belfahy dont le feldspath est du Labrador, cette décomposition ne s'exerce presque pas sur la pâte, elle est même *très-superficielle* elle ne s'opère pas dans toute la roche et sur *une grande échelle* comme cela a lieu pour certains granites ainsi que pour la pegmatite.

On a trouvé pour la densité du feldspath extrait de la roche (2):

a — Variété d'un blanc de lait, légèrement verdâtre et compacte. . . . .	2,733
b — Variété d'un blanc légèrement verdâtre et lamelleuse. . . . .	2,706

(1) Bulletin de la Société géologique, année 1846. Mémoire de M. Daubrée.

(2) Pour la détermination de ces densités, ainsi que pour celle d'un grand nombre d'autres roches, j'ai été aidé avec beaucoup de zèle par M. Pauffert, garde-mines à Vesoul.

c — Variété d'un blanc verdâtre, un peu altérée.	2,694
d — Variété altérée rose. . . . .	2,670
La moyenne entre les densités de a et de b donnée pour le feldspath du porphyre de Belfahy. . . . .	2,719

Cette densité est celle du labrador.

On voit, d'après les variétés c et d, que l'altération due à l'action de l'air et de l'eau a pour effet de diminuer la densité du feldspath, la diminution est d'environ 0,049 dans la variété rose; cependant il est encore à l'état cristallin mais il se laisse cliver avec plus de facilité. Je n'ai pas pu réunir assez de kaolin provenant de la décomposition de ce feldspath labrador pour en déterminer la densité, mais d'après l'état pulvérulent que prend la matière, la densité doit encore aller en diminuant à mesure que la décomposition s'avance; on a d'ailleurs pour la densité du kaolin ordinaire environ 2,200, et si on supposait que celle du kaolin provenant du labrador est la même, on voit qu'on aurait une diminution très-notable dans la densité puisqu'elle serait d'environ 0,4. Par la calcination, la dureté de ce labrador devient plus faible, de 4,38 p. o/o, car elle se réduit à 2,600.

La dureté de ce feldspath est un peu inférieure à celle de l'adulaire du Saint-Gothard et à celle du labrador du Groënland, elle est donc un peu au-dessous de 6.

Dureté.

L'examen des cristaux de feldspath du porphyre montre d'abord qu'ils ne sont pas orientés suivant une direction déterminée, mais qu'ils sont dirigés indifféremment dans tous les sens, comme de plus ils sont beaucoup plus longs que larges, dans la cassure d'un échantillon, ils doivent, toutes choses égales, présenter le plus généralement une forme allongée, ce qui contribue sur-

Forme.

tout à donner à la roche une structure porphyrique bien caractérisée : on reconnaît aussi que les cristaux isolés dans la pâte ne sont pas simples mais qu'ils sont formés par les mâcles et par le groupement d'un assez grand nombre de cristaux. Il est facile de constater sur les fragments isolés du feldspath qu'il appartient au système *triklinocédrique* (1); on a un clivage facile suivant la face  $oP$  et un autre assez facile suivant  $\infty \bar{P} \infty$  : c'est suivant cette dernière face que les cristaux sont allongés, en outre on peut observer parallèlement à son intersection avec  $oP$ , une série de stries parallèles très-fines, qui sont quelquefois très-rapprochées et ne peuvent être bien distinguées qu'à la loupe; elles indiquent une mâcle formée comme celle de l'albite, l'axe de rotation est la ligne menée dans le plan de la base, normalement à la petite diagonale; la face d'assemblage est la base elle-même. Des mesures faites avec le goniomètre d'application, ont donné à peu près  $oP. \infty \bar{P} \infty = 85^{\circ} 30'$ , ce qui est l'angle du labrador, l'angle rentrant produit par la mâcle est donc de  $171^{\circ}$ .

Suivant  $\infty \bar{P} \infty$  on ne voit pas le chatoiement qui s'observe généralement dans les cristaux du labrador.

Il est très-rare de trouver des cristaux simples, ils sont ordinairement formés par l'agglomération d'une série de cristaux mâclés et réunis en groupes : ces groupes offrent le plus souvent la disposition

(1) Pour l'étude cristallographique des minéraux, j'ai le plus souvent employé les notations et la méthode de M. le professeur Naumann, de Leipzig.

de bandes parallèles, ou bien ils divergent d'un centre dans toutes les directions; plus rarement enfin ils s'entre-croisent d'une manière capricieuse et qui n'est soumise à aucune loi.

Du reste, les cristaux qui forment ces groupes sont généralement sans modifications et affectent la forme parallépipédique  $oP. \infty \bar{P} \infty. \infty \bar{P} \infty$ , ou bien une forme hexagonale, comme celle qui est habituelle à l'orthose : Il en résulte que dans la cassure toutes les figures que présentent les cristaux sont des sections de parallépipèdes par des plans et s'obtiennent en disposant des parallélogrammes de diverses manières. On a cependant aussi des hexagones qui semblent indiquer pour la forme du labrador des prismes à six faces analogues à ceux qui sont si habituels à l'orthose.

Au chalumeau, il fond quoique assez difficilement en un verre blanc translucide et un peu bulleux; la variété rose redevient d'abord blanche, puis elle fond comme la première : la variété d'un blanc-verdâtre prend avant de se fondre une légère teinte jaune. Il est plus facilement fusible que le labrador chatoyant et type de Finlande ou du Groënland.

Dans le tube fermé, il donne de l'eau.

Avec le borax, il se dissout aisément et la perle est parfaitement transparente.

Avec le sel de phosphore, on a une perle jaune à chaud, incolore par refroidissement dans laquelle nagent des squelettes de silice.

Avec le carbonate de soude, la dissolution n'est pas complète; des squelettes gonflées restent dans la perle : sur la feuille de platine une coloration verte indique la présence d'un peu de manganèse.

Analyse.

Le nitrate de cobalt ne donne rien.

Le feldspath s'attaque, même à froid, par l'acide hydrochlorique très-concentré lorsqu'il a été préalablement réduit en poudre très-fine par la porphyrisation; la silice reste alors à l'état grenu, mais elle se gonfle un peu : cela peut fournir, comme on l'indique dans les traités de minéralogie, un moyen de distinguer le labrador des autres feldspaths qui ne sont pas attaquables, car bien que l'alumine reste pour la plus grande partie dans le résidu on dissout assez facilement les autres bases, et après l'évaporation à sec il y a plus du tiers de la matière dans la liqueur hydrochlorique; toutefois j'ai essayé à plusieurs reprises de faire ainsi l'attaque complète du minéral, sans pouvoir y parvenir: elle aurait lieu plus facilement par l'acide sulfurique, mais pour l'analyse quantitative, il m'a semblé préférable et moins long d'avoir recours au carbonate de soude et à l'acide fluorhydrique.

La marche suivie dans ces opérations a été celle qui est généralement indiquée dans les traités d'analyse chimique les plus récents et surtout dans celui de M. H. Rose : j'ai opéré sur 1<sup>er</sup>, 2 et je me suis conformé à toutes les précautions et vérifications prescrites; j'ai recherché avec soin les alcalis qui ont été dosés à l'état de sulfate, de carbonate et de chlorure. Sans entrer dans le détail des opérations, ce qui pourrait nuire aux études minéralogiques et géologiques que je me suis proposées dans ce mémoire, je vais faire connaître de suite les résultats obtenus et dorénavant je procéderai toujours ainsi, à moins de circonstances particulières.

	Carb. Soude.		A. F. H.	Moyenne.	Oxygène.	Rap.
	I.	II.	III.			
Silice. . . . .	52,79	52,99	»	52,89		27,480 6
Alumine. . . . .	»	27,14	27,64	27,39	12,801	13,182 3
Oxyde ferrique. . . . .	»	1,24	1,24	1,24	0,381	
Oxyde manganoux. . . . .	»	0,30	»	0,30	0,067	4,525 1
Chaux. . . . .	»	6,01	5,77	5,89	1,654	
Magnésie. . . . .	trace	»	»	»	»	4,525 1
Soude. . . . .	»	»	5,29	5,29	1,353	
Potasse. . . . .	»	»	4,58	4,58	0,776	2,027
Eau. . . . .	»	2,28	»	2,28	2,027	
				99,86		

Dans les premières analyses que j'ai faites de ce feldspath, j'ai toujours obtenu une perte de plusieurs centièmes de laquelle il m'était impossible de me rendre compte; j'eus alors l'idée de le calciner et je reconnus avec étonnement qu'il contenait une quantité d'eau très-notable :

Pour la variété c (p. 203) j'ai trouvé : Eau = 2,550;  
 Pour la variété d — Eau = 2,417.

et en général, j'ai toujours obtenu à très-peu près le nombre 2,28 p. o/o de l'analyse. Des essais analogues faits sur des feldspaths labrador appartenant à des roches de la même famille, m'ont montré que la quantité d'eau est d'autant plus grande que le feldspath a une teinte plus verdâtre et un aspect plus cireux; elle diminue au contraire ou elle devient nulle quand sa teinte tire sur le gris. Comment une quantité d'eau aussi notable peut-elle se trouver dans le minéral constituant d'une roche que, d'après tous ses caractères, on a toujours regardé comme étant d'origine ignée (1)?

(1) J'ai constaté, du reste, par des essais très-nombreux et très-variés, que ce ne sont pas seulement les

A cet égard un vaste champ reste ouvert aux hypothèses, mais dans cette circonstance, comme dans toute autre, je m'abstiendrai autant que possible d'en proposer aucune, car l'étude des roches est généralement trop peu avancée pour qu'il soit possible d'appuyer des hypothèses sur des bases solides.

J'observerai du reste que cette eau n'est pas de l'eau hygrométrique, car le feldspath avait d'abord été desséché à une douce température, et j'ai constaté qu'étant mis dans l'eau après calcination il ne reprenait pas l'eau qu'il avait perdue. De plus, comme j'ai opéré sur des cristaux qui étaient aussi purs et aussi nets que possible, on ne saurait admettre que l'eau provient du mélange d'un silicate hydraté, d'une zéolite par exemple, qui aurait pénétré les pores du feldspath : par conséquent, quoique d'après les idées généralement reçues cela paraisse paradoxal au premier abord, cette eau entre dans la composition du feldspath et c'est bien de l'eau de *combinaison*.

Du reste, l'exactitude des considérations qui précèdent est encore démontrée *a posteriori* par la combinaison même du minéral; car en ne tenant pas compte de la quantité d'eau on trouve

toujours pour l'oxygène de R un nombre trop faible, et il est impossible d'arriver à la formule du labrador. Bien que les idées de M. Scheerer sur l'*isomorphisme polymère* aient besoin avant d'être adoptées d'une manière définitive, de la sanction

mélaphyres qui contiennent de l'eau, mais que c'est une propriété à peu près générale des porphyres qui s'étend même aux porphyres granitoïdes; on ne pourrait citer qu'un petit nombre de porphyres faisant exception.

de faits nombreux, et que plusieurs chimistes ne les aient pas acceptées d'une manière complète, il résulte cependant de l'étude d'un grand nombre de minéraux, que l'eau peut-être considérée comme jouant le rôle de *base* dans ce feldspath; de plus, admettons aussi avec M. Scheerer que 3 atomes d'eau peuvent remplacer 1 atome de chaux dans des composés isomorphes : comme il est établi par les analyses antérieures de feldspath que la somme des quantités d'oxygène des bases à 1 atome bien qu'elles ne soient pas isomorphes, est à l'oxygène de l'alumine dans le rapport de 1 à 3, il devra en être de même encore quand, dans l'analyse précédente, on aura remplacé l'eau par son équivalent en chaux; et c'est précisément ce que démontre le tableau ci-dessus, p. 207.

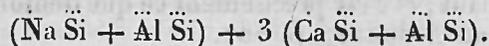
Il faut observer cependant qu'il est nécessaire aussi d'admettre que le fer est à l'état de peroxyde; or, cela paraît bien avoir lieu dans les feldspaths roses ou d'un rouge plus ou moins vif, mais la couleur verdâtre du feldspath de Belfahy porte naturellement à croire qu'une portion du fer au moins, sinon la totalité, est à l'état de protoxyde: des études plus complètes sur l'isomorphisme polymère apprendront sans doute par la suite si cette conjecture est fondée.

Quoi qu'il en soit, les considérations qui précèdent conduisent pour les rapports d'oxygène aux nombres : 1 : 3 : 6 et par conséquent le feldspath analysé est du *labrador* : Il faut observer toutefois que ce labrador constitue une *variété* bien distincte de cette *espèce minérale*; d'abord sa densité, lorsqu'il n'est pas altéré est un peu plus grande; il n'est pas chatoyant suivant la face  $\infty \bar{P} \infty$ ; de plus, il renferme 2,28 p. o/o d'eau

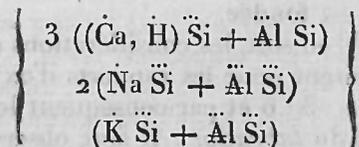
jouant le rôle de base, moitié moins de chaux, une proportion très-notable de potasse et presque autant d'alcali que l'albite ou que l'oligoclase.

Quoiqu'il soit absolument sans objet de donner un nom particulier à ce labrador, il importe cependant de bien remarquer qu'il diffère notablement de tous les labradors types examinés jusqu'à présent (1), ainsi que de celui des laves modernes analysé par M. Abich; il y a donc différence dans les propriétés physiques et chimiques et en même temps différence d'âge et de gisement géologique.

D'après la formule proposée par M. Berzélius pour le labrador, R est formé de 1 at. de soude et de 3 at. de chaux; ce qui donne :



Pour le labrador de Belfahy, les résultats ne sont pas très-éloignés de  $R = (\text{Ca}^2 \text{Na}^2 \text{K} \text{H}^3)$ , de sorte que l'on peut admettre qu'il y a environ 2 atomes de chaux, 2 at. de soude, 1 at. de potasse et 3 at. d'eau; cela conduit alors à une formule assez compliquée, mais qu'on peut cependant grouper d'une manière simple comme il suit :



Si on fait le calcul de la formule, on trouve :

(1) Voir Rammelsberg, Handwörterbuch, etc.

	Atomes.	Poids atomiques.	
Silice. . . . .	12	577,48	52,88
Alumine. . . . .	6	642,33	29,40
Chaux. . . . .	2	356,02	4,67
Soude. . . . .	2	390,90	4,97
Potasse. . . . .	1	589,92	4,50
Eau. . . . .	3	112,48	2,58
			100,00

Comme on n'a pas tenu compte du fer et du manganèse, on voit que la formule proposée s'accorde aussi bien que possible avec les résultats de l'analyse.

Dans l'explication de la Carte géologique de France (1), M. Élie de Beaumont avait indiqué que ce feldspath était du labrador, en faisant observer toutefois que M. Daubrée le considérait comme de l'oligoclase : au premier abord, cela paraît vraisemblable; car, par ses propriétés physiques, il a de la ressemblance avec ce dernier feldspath; il est en effet presque toujours compacte, non transparent et un peu laiteux; en outre ses cristaux présentent des stries dues à une macle qui s'est formée suivant la même loi que celle de l'oligoclase, c'est-à-dire par une rotation de 180°, s'opérant autour de la normale à la petite diagonale menée dans le plan de la base. Comme les cristaux ne sont pas assez nets pour qu'il soit possible de mesurer avec quelque précision l'angle de la macle au goniomètre, l'analyse chimique seule pouvait faire connaître, d'une manière certaine, si ce feldspath était du labrador ou de l'oligoclase.

(1) Explication de la Carte géologique de France : Vosges.

Pyroxène.

Après le feldspath labrador, le minéral qu'on rencontre le plus ordinairement dans le porphyre de Belfahy est le *pyroxène*, dont la présence a été signalée depuis longtemps par MM. Woltz et Thirria. Il est rare de trouver des cristaux ayant quelques millimètres de dimension; mais, à la loupe, on peut assez fréquemment discerner le pyroxène sous la forme de petites agrégations d'un vert foncé, ressemblant à de la coccolite, et qui présentent quelquefois des cristaux mal définis: tantôt il semble se fondre dans la pâte; tantôt, au contraire, il forme de petits globules à peu près sphériques qui s'en séparent d'une manière très-nette par une surface lisse, et qui donnent à la roche l'aspect d'une variolite à petit grain.

Ce pyroxène est généralement d'un vert très-foncé et tirant sur le noir.

J'ai extrait de petits cristaux d'un échantillon à pâte vert clair (*Pl. II, fig. 4*), dont le feldspath, quoique cristallisé, avait même couleur que la pâte, et qui provenait de l'ancienne galerie de mine dite la Sainte-Barbe, à la Planche des Belles-Filles. J'ai trouvé leur densité = 3,273.

Les cristaux de pyroxène offrent en général, dans la cassure de la roche, des parallélogrammes ou des rectangles indiquant que le minéral est cristallisé dans les formes limitées par les prismes ainsi que par les pinakoïdes; souvent cependant on peut observer des deux côtés du prisme un biseau produit par la combinaison de la demi-pyramide primitive avec les formes précédentes: dans la cassure, cela donne un hexagone allongé.

Sur plusieurs cristaux verts-noirâtres, j'ai observé la forme qui, d'après le système de cristallographie de M. Naumann, est représentée par :

$$\infty P. \infty P \infty. (\infty P \infty). P.$$

C'est la forme habituelle de l'augite maclé des volcans.

Outre le pyroxène, on rencontre encore dans le porphyre de Belfahy quelques minéraux accidentels et qui sont beaucoup plus rares.

Ainsi on y retrouve de la *pyrite de fer* d'un Pyrite de fer. jaune pâle, disséminée en très-petite quantité, et souvent elle n'est visible qu'à la loupe. J'en ai observé plusieurs petits cristaux de forme cubique et qui présentent des stries sur leurs faces. Ces stries, qui ont des directions perpendiculaires sur deux faces contiguës, sont celles que M. Delafosse considère comme l'indication de dissemblances entre des parties du cristal géométriquement égales et comme pouvant servir à expliquer son hémiedrie.

La pyrite de fer est disséminée dans toute la masse du porphyre; mais il n'en est pas de même des autres minéraux desquels il nous reste à parler, qui sont: l'épidote, le quartz, la chaux carbonatée et un minéral qui paraît se rapporter à une chlorite ferrugineuse.

Remarquons d'abord qu'ils ne se rencontrent le plus ordinairement que dans les parties de la roche, dans lesquelles le feldspath ne forme pas des cristaux nettement séparés et qui n'ont pas une structure porphyrique bien caractérisée.

L'*épidote* est d'un beau vert-pistache clair; elle est radiée et cristallisée, mais le plus souvent ses cristaux sont microscopiques; j'en ai observé présentant la forme de prismes à quatre faces allongés, qui sont formés par des faces parallèles à la diagonale perpendiculaire combinée avec des poin-

Épidote.

tements latéraux à quatre faces : ces cristaux sont implantés par une des extrémités de la diagonale perpendiculaire. Au mont Ménars, entre Plancherles-Mines et Auxelles-Haut, on trouve un porphyre vert-noirâtre, avec quelques lamelles de labrador paraissant n'être qu'une dégradation du porphyre de Belfahy, et qui est à la limite de ce porphyre et du terrain de transition du côté de Plancher-Bas : l'épidote y forme des filons avec du quartz, qui occupe ordinairement la partie centrale du filon, et les bandes de quartz sont parallèles aux bandes d'épidote : dans quelques parties les filons d'épidote et de quartz se ramifient dans toutes les directions et se multiplient tellement que la roche en est complètement imprégnée ; sa pâte est plus dure et elle prend à peu près la couleur vert-pistache de l'épidote ; on y remarque en outre de petits points sphériques verts-noirâtres, qui la font ressembler à une variolite ; une variolite du même genre et formée de quartz blanc, entouré d'une couronne concentrique d'épidote vert-pistache, se fondant insensiblement dans la pâte, se trouve à l'Ouest de la vallée qui conduit de la scierie Saint-Antoine au Plain-des-Bœufs. Enfin M. Thirria (1) a désigné, sous le nom de *variolite euritique*, une roche qu'on rencontre à la Chapelotte, près de la Ferrière, sur la route de Faucogney à Coravillers ; sa masse est imprégnée d'épidote qui lui donne une couleur vert-pistache ; en même temps elle présente des noyaux qui sont le plus ordinairement formés de quartz et d'une substance verte particulière qui sera étudiée plus loin ; en sorte

(1) Statistique de la Haute-Saône, p. 384.

que sa couleur, en tranchant sur le vert clair de l'épidote, lui donne l'aspect d'une variolite. Ces trois roches sont semblables, et on peut les considérer comme une dégradation du porphyre qui nous occupe, dégradation qui se présente à la limite de la formation ; car, au mont Ménars et au Plain-des-Bœufs, elle est près du terrain de transition, et à la Chapelotte elle s'est produite près du contact du porphyre avec des roches granitoïdes.

L'épidote paraît, du reste, s'être formée surtout à la limite du porphyre de Belfahy ; car on la trouve encore près de la Grève et de Mielin, à la séparation d'un autre porphyre très-développé, aux environs de Servance. Ici elle ne forme plus de filons ou de stockwerks qui ont pénétré la roche ; elle présente des cristaux radiés, bacillaires, dans l'intérieur d'amygdaloïdes, contenant du quartz, de la chaux carbonatée et quelquefois la substance nouvelle que je viens de mentionner : ces quatre substances ne sont pas disposées au hasard dans les amygdaloïdes ; mais elles présentent toujours des couches concentriques dont nous étudierons plus loin la disposition.

Le quartz se trouve en noyaux de forme plus ou moins sphériques, dans les amygdaloïdes du porphyre de Belfahy ; il est blanc, parfaitement transparent, et on n'y observe pas de couches concentriques de diverses couleurs, comme dans le quartz agate des porphyres d'Oberstein et de quelques autres localités : c'est du quartz hyalin pur, car je me suis assuré qu'il n'éprouve aucune perte par calcination ; quand il est cristallisé, il est implanté par une de ses extrémités perpendiculairement à la surface de la géode. Les amygda-

Quartz.

loïdes sont souvent formées seulement de quartz ; quelquefois aussi on y trouve du quartz et de l'épidote, mais le plus ordinairement l'épidote ne se rencontre pas sans quartz ; quelquefois elles sont microscopiques et elles forment de très-petites veinules de quartz répandues dans la pâte, où elles ne deviennent visibles qu'après calcination.

Chaux  
carbonatée.

La *chaux carbonatée* est blanche, à l'état spathique, mais elle ne présente pas de cristaux définis ; cela tient d'abord à ce qu'elle remplit les amygdaloïdes d'une manière complète : à Giromagny, dans des amygdaloïdes de plusieurs centimètres de longueur, je l'ai rencontrée à l'état saccharoïde et ayant une couleur bleuâtre ; elle contient alors un peu de carbonate de fer, car elle se colore en jaune par l'altération de l'air. Près de Faucogney, sur la route de Coravillers, on trouve une assez grande quantité de carbonate de chaux, répandue dans un porphyre qui est une variété de celui de Belfahy. Les cavités qui contiennent la chaux carbonatée sont plus grandes, et ne sont pas à peu près sphériques ou ellipsoïdales, comme quand il y a du quartz et de l'épidote ; elles sont au contraire angulaires, allongées, généralement très-irrégulières, et elles peuvent avoir plusieurs décimètres dans leurs plus grandes dimensions. On y observe aussi quelquefois de très-petites quantités d'une zéolite blanche ou rouge qu'il n'est pas possible de déterminer. Relativement au carbonate de chaux, on peut faire à peu près la même remarque que pour le quartz et l'épidote ; c'est qu'il ne paraît, en général, se trouver avec abondance que dans les variétés du porphyre qui ne contiennent pas de cristaux de feldspath nettement séparés de la pâte, et qu'il

semble être souvent à la limite de la formation.

Quand le carbonate de chaux a été dissous par l'action des eaux pluviales, on a la variété de la roche celluleuse qu'on désigne quelquefois sous le nom de *spilite*.

La chaux carbonatée qui se trouve dans les cellules du porphyre est le plus souvent accompagnée par une substance d'un vert foncé, que je vais décrire avec détail.

Plusieurs excursions géologiques m'ont permis de l'observer dans un grand nombre de localités, parmi lesquelles je citerai surtout Belfahy, Mielin, Faucogney, Auxelles-Haut, le Puix et les environs de Giromagny. Elle n'avait pas échappé aux études si scrupuleuses de M. Voltz, et dans sa description minéralogique et géologique de l'Alsace il la désigne dubitativement sous le nom de *picrolite* ; mais il est facile de reconnaître, par un examen attentif ou par des essais, que ce n'est pas de la picrolite, car elle n'a avec elle qu'une ressemblance éloignée dans sa structure et dans son mode de gisement, tandis que sa composition chimique est différente.

Le minéral duquel nous nous occupons en ce moment tapisse les cavités cellulaires qui se trouvent dans la masse du porphyre ; il se rencontre dans presque toutes, mais ordinairement en très-petite quantité ; il est formé de lamelles contiguës, radiées, tapissant comme un enduit l'intérieur des cavités, et disposées en éventail suivant les rayons de demi-sphères juxtaposées dont les centres sont la surface de contact. Ces lamelles sont souvent recouvertes par de la chaux carbonatée blanche cristallisée ; quelquefois aussi elles sont entourées de noyaux concentriques de quartz ; mais, quoiqu'il

en soit, le minéral forme une bande fibreuse de largeur uniforme, de couleur verte plus ou moins foncée, qui, par toutes ses propriétés et par son aspect, se distingue bien nettement de la masse du porphyre, ainsi que des autres minéraux qui peuvent l'accompagner.

La densité du minéral est à peu près de 2,89.

Cette densité est élevée, surtout pour un hydro-silicate; mais cela doit être attribué à la grande teneur en fer.

La couleur du minéral est tantôt le vert, tantôt le noir verdâtre: les variétés qui ont la teinte la plus foncée paraissent contenir une plus grande proportion de fer, et, en tous cas, elles se décomposent plus facilement par l'action de l'air, et elles se recouvrent d'un enduit couleur de rouille.

La dureté du minéral est très-faible, elle est comprise entre 2 et 2,5; aussi est-il rayé avec la plus grande facilité avec l'ongle.

Sa poussière est d'un vert clair tirant un peu sur le gris, comme celle de la sismondine; il se laisse écraser avec beaucoup de facilité, mais en même temps il s'agglutine sous le pilon comme les minéraux à base de magnésie; en sorte qu'il est difficile de le réduire en poudre fine.

Dans le tube fermé, il donne de l'eau et il prend une couleur vert sombre, ou brun sombre, à reflets métalliques.

Au chalumeau, il fond, mais très-difficilement, et seulement sur les bords; on a une scorie noire magnétique dont la dureté est égale à celle du feldspath.

Avec le borax, la dissolution est complète, et on a une perle transparente colorée par le fer.

Avec le sel de phosphore, il en est de même, la perle jaune à chaud est incolore à froid.

Avec le carbonate de soude, on a une perle dans laquelle tournoient des squelettes gonflés; cette perle est opaque et jaune-verdâtre à froid. Sur la feuille de platine on a la réaction du manganèse.

Il s'attaque avec la plus grande facilité par les acides, soit avant, soit après calcination: la silice séparée par cette attaque n'est pas grenue; elle se gonfle, mais elle ne fait pas gelée comme cela a lieu pour les zéolites.

Les essais par voie humide apprennent qu'il n'y a pas d'autres substances que celles qui viennent d'être indiquées, si ce n'est un peu de chaux. J'ai trouvé aussi quelquefois une trace d'alcali, provenant probablement d'une petite quantité de porphyre mélangé dont le feldspath avait été attaqué.

La matière dont j'ai fait l'analyse a été extraite de plusieurs cellules d'un morceau de porphyre que j'avais pris en place dans un endroit qu'on nomme la Grève et qui est situé près de Mielin, entre Servance et Mielin; par le triage, on l'a débarrassée, aussi bien que possible, du quartz, ainsi que des fragments de porphyre qui l'accompagnaient; puis on a enlevé la chaux carbonatée, en la traitant par de l'acide acétique très-faible; on a reconnu que l'acide nitrique ne pouvait être employé à cet usage, ni même l'acide acétique concentré, car ils attaquent légèrement la substance. Ensuite on a lavé le résidu, qui a été desséché à une douce chaleur.

Pour faire l'analyse quantitative, j'ai attaqué 1<sup>er</sup>, 2 du minéral par l'acide hydrochlorique; après avoir évaporé à sec pour séparer la silice, la ma-

gnésie a été dosée à l'état de sulfate, en employant le procédé de Fuchs et en précipitant le peroxyde de fer et l'alumine par le carbonate de baryte, j'ai déterminé le poids de l'alumine et du fer; puis j'ai dosé directement le fer en dissolvant à plusieurs reprises l'alumine dans la potasse liquide, qui était évaporée à sec dans une capsule de platine.

En retranchant de la silice la portion insoluble dans la potasse qui provenait d'une petite quantité de la roche ayant échappé au triage, j'ai obtenu, dans deux analyses :

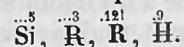
	I.	II.	Moyenne.	Oxygène.
Silice. . . . .	30,37	31,40	31,07	16,136
Alumine. . . . .	16,08	14,89	15,47	7,224
Peroxyde de fer. . . . .	22,42	22,00	22,21	6,897
Protoxyde de manganèse. . . . .	traces.	"	"	"
Chaux. . . . .	0,36	0,56	0,46	0,129
Magnésie. . . . .	18,98	19,29	19,14	7,408
Eau. . . . .	11,43	11,66	11,55	10,268
	100,00	99,90	99,80	

Les nombres trouvés pour la silice, l'alumine et l'eau, semblent indiquer que ce minéral est une chlorite; mais elle serait alors beaucoup plus pauvre en magnésie que toutes celles analysées jusqu'à présent, et, au contraire, beaucoup plus riche en fer. Ainsi que cela avait été annoncé par M. de Marignac pour la chlorite, j'ai constaté que ce minéral contient du peroxyde et du protoxyde de fer; j'ai même fait des essais au moyen des chlorures doubles d'or et de soude, ayant pour but de déterminer la proportion de ce dernier. J'ai trouvé dans deux expériences, sur 1<sup>e</sup>, 2 :

Fe = 4,67 — 3,78. En moyenne 4,07. Oxygène 0,950.  
D'où Fe. = 17,54 — 5,382.

Il faut reconnaître toutefois que la facilité avec laquelle le chlorure d'or se décompose et que le temps nécessaire pour l'attaque complète du silicate sont des obstacles qui s'opposent à ce qu'on soit bien sûr de ce résultat.

Il est difficile de trouver une formule simple qui représente la composition de cette substance; peut-être conviendrait-il d'adopter celle qui a été proposée pour la chlorite par M. Rammelsberg :



Quoi qu'il en soit, d'après l'ensemble des propriétés physiques et chimiques, il me semble qu'on peut regarder le minéral ci-dessus comme une chlorite à base de fer, aussi le désignerai-je par la suite sous le nom de *chlorite ferrugineuse*.

La chlorite ferrugineuse se montre encore absolument avec les mêmes caractères dans le porphyre vert antique, dans les porphyres pyroxéniques du Tyrol et de l'Oural, et en général dans tous les roches porphyriques, on observe aussi des terres vertes qui paraissent n'être que des variétés du même minéral.

La chlorite ferrugineuse a, du reste, un mode de gisement particulier qu'il est nécessaire d'étudier avec quelques détails.

Elle n'est jamais engagée dans la roche de porphyre, ou mêlée aux cristaux de feldspath; elle se trouve seulement dans des amygdaloïdes.

Elle a toujours une structure grenue, mais cependant radiée et fibreuse, et ses fibres, produites par une disposition particulière des lamelles qui la composent, sont perpendiculaires à la surface sur laquelle elles reposent. Elle remplit, tantôt partiellement et tantôt complètement, les

Chlorite  
ferrugineuse.

cavités celluleuses qui la renferment. La grosseur et la forme de ces cavités sont excessivement variables ; le plus ordinairement cependant elles sont allongées et à peu près elliptiques ; souvent on ne les aperçoit qu'avec le secours de la loupe, et on peut reconnaître alors que le porphyre en est complètement criblé ; le plus généralement cependant elles ont quelques millimètres, et je n'en ai pas observé dans les Vosges, dont la grandeur fût supérieure à un décimètre.

Elles ne sont pas toujours isolées, mais elles communiquent quelquefois entre elles par de petits canaux, dans lesquels se trouve également de la chlorite ferrugineuse : c'est ce que j'ai observé au Puix, près de Giromagny.

Le plus ordinairement la chlorite ferrugineuse n'est pas seule dans les cavités ; elle est accompagnée de chaux carbonatée blanche, formant des lamelles cristallines dans l'intérieur desquelles elle s'engage. Ainsi on observe une couche plus ou moins épaisse de chlorite *f* dont l'épaisseur peut même quelquefois devenir microscopique, et dans l'intérieur de l'amygdaloïde se trouve la chaux carbonatée *c* (voy. *fig. 5, Pl. II*). Cette structure des amygdaloïdes est la plus générale ; cependant on observe quelquefois une structure inverse de celle-là, et la chlorite peut se trouver au centre d'une amygdaloïde calcaire.

Le quartz, l'épidote tapissent également les cavités des amygdaloïdes, et il importe d'examiner quelle est la disposition et l'ordre de succession que présentent entre eux ces divers minéraux.

Le quartz est blanc, transparent, quelquefois un peu laiteux. On trouve des amygdaloïdes for-

mées seulement par la chlorite et par le quartz : le plus ordinairement le quartz est intérieur, et il est entouré par la chlorite ; quelquefois cependant j'ai observé une disposition inverse ; de plus il y a une bande *q'*, d'un blanc laiteux, à limites mal définies, qui enveloppe concentriquement la chlorite et la chaux carbonatée : d'après sa dureté, il m'a paru que c'était du quartz impur, ou peut-être même du feldspath.

A la Grève, près de Mielin, on rencontre encore de très-belles amygdaloïdes, dont quelques-unes ont jusqu'à un décimètre de longueur ; elles sont principalement formées de quartz hyalin, et elles présentent souvent des cristaux d'épidote dans leur intérieur ; quelquefois même on observe du carbonate de chaux spathique comme dans les amygdaloïdes que je viens de décrire, et on a la disposition suivante (voy. *fig. 6, Pl. II*) : au centre, le calcaire spathique *c*, puis les cristaux d'épidote vert-pistache *e*, qui sont radiés et orientés de diverses manières : ils sont entourés par une bande concentrique *q* de quartz hyalin blanc, transparent, dont les cristaux s'engagent entre ceux de l'épidote ; puis il y a un filet très-mince de chlorite ferrugineuse, autour duquel se trouve une petite bande *q'* d'un blanc laiteux qui paraît passer déjà au feldspath composant la masse du porphyre. Il semble, dans certains cas rares, que la disposition de l'épidote et de la chaux carbonatée est inverse, c'est-à-dire que l'épidote est entourée par la chaux carbonatée ; mais cela m'a paru tenir à ce que des cristaux d'épidote traversaient l'amygdaloïde et pénétraient jusqu'au centre.

Quelquefois on trouve des amygdaloïdes formées de cristaux d'épidote seulement ; mais, dans

le plus grand nombre de cas, l'épidote est dans les amygdaloïdes riches en quartz, tandis que la chlorite tapisse celles dans lesquelles il y a de la chaux carbonatée.

D'après la description qui vient d'être donnée du gisement de la chlorite ferrugineuse et des minéraux qui l'accompagnent, il peut paraître bizarre de rencontrer un hydrosilicate dans l'intérieur de roches d'origine ignée, et on est alors naturellement conduit à le rapprocher des zéolites qui se trouvent dans les roches basaltiques et aussi dans divers porphyres. Je ferai remarquer cependant que tandis que les zéolites ont pour caractère de ne pas contenir de fer, ou seulement une très-petite quantité, la chlorite ferrugineuse en renferme, au contraire, beaucoup; en sorte qu'on pourrait dire que c'est une zéolite à base de fer, et dans une classification raisonnée des minéraux, elle devrait nécessairement prendre rang à la suite de cette espèce minérale.

Du reste, c'est seulement en partant de l'étude qui vient d'être faite du gisement de la chlorite ferrugineuse et des divers minéraux qui l'accompagnent, qu'il est possible d'expliquer, par une théorie, son mode de formation, ainsi que celui des zéolites, et c'est aussi ce que je me propose de développer par la suite.

Pâte.

La couleur de la pâte du porphyre de Belfahy est, le plus ordinairement, d'un vert assez foncé, elle varie du noir nuancé de vert au vert très-clair et au gris. Dans quelques cas rares, elle a une teinte violacée; c'est ce qu'on peut observer au Puix sur des échantillons qui renferment des petits cristaux de feldspath nombreux et bien formés, qui sont quelquefois d'un beau vert tendre (voir

*fig. 3, Pl. II*). La couleur grise ou gris-verdâtre s'observe surtout dans les environs de Giromagny; mais alors la roche se présente souvent à l'état de spilite; elle renferme des amygdaloïdes contenant surtout de la chlorite et de la chaux carbonatée, et on y observe plus de cristaux nettement formés de feldspath; elle paraît être une dégradation du porphyre type de Belfahy.

La couleur de la poussière de la pâte est généralement le gris clair.

La structure est cristalline, mais les cristaux sont trop petits pour qu'il soit possible de les distinguer à l'œil nu.

Dans plusieurs expériences j'ai trouvé pour la densité :

a	Pâte noire avec une nuance violacée du village de Belfahy. . . . .	2,803
b	Pâte vert foncé tirant un peu sur le noir, du ballon de Belfahy. . . . .	2,778
c	<i>Id. Id.</i> . . . . .	2,771
d	Pâte vert clair de la Planche des Belles-Filles, près la Sainte-Barbe ( <i>fig. 4, Pl. II</i> ). . . . .	2,767

Densité.

On peut remarquer que la densité offre des différences très-faibles et qui sont seulement de quelques unités dans le chiffre des centièmes; cependant j'ai opéré sur des échantillons qui représentent à peu près les limites extrêmes de la pâte du porphyre.

Que la roche soit compacte ou cavernuse et amygdaloïde, elle attire d'une manière très-sensible l'aiguille aimantée, et l'action qu'elle exerce est d'autant plus forte qu'elle a une couleur noire plus foncée: elle l'attire encore quand elle a une couleur vert-violâtre; mais cela cesse d'avoir lieu

quand elle est gris clair ou violet-rougeâtre. Il en est de même lorsque la roche renferme une grande quantité d'épidote, comme la variolite vert-pistache de la Ferrière, près Faucogney; mais, dans ces divers cas, elle n'est plus qu'une dégradation du porphyre.

De même que le feldspath, qui y forme des cristaux isolés, la pâte contient de l'eau de combinaison, et dans la série d'essais sur les variétés de la roche que j'ai décrites, j'ai obtenu les résultats suivants :

- |   |      |
|---|------|
| (1) Pâte vert foncé du feldspath analysé.   | 2,14 |
| (2) <i>Id.</i> noire-bleuâtre.  | 2,28 |
| (3) Porphyre à pâte noirâtre et à grands cristaux de feldspath (Belfahy) ( <i>fig. 1, Pl. II</i> ). | 2,17 |
| (4) <i>Id.</i> à pâte violacée avec petits cristaux de feldspath (Puix) ( <i>fig. 3, Pl. II</i> ).  | 2,20 |
| (5) <i>Id.</i> vert clair, avec pyroxène (Planche des Belles-Filles) ( <i>fig. 4, Pl. II</i> ).     | 2,40 |
| (6) <i>Id.</i> vert foncé, à grands cristaux de feldspath; sa pâte est (1).                         | 2,42 |
| (7) <i>Id.</i> vert-pistache variolé (Lafferrière).   | 2,60 |
| (8) <i>Id.</i> vert foncé, sans cristaux de feldspath isolés (Puix).                                | 3,59 |

On voit, d'après ce tableau, que la teneur en eau varie peu dans le porphyre de Belfahy; il y a à peu près la même quantité d'eau dans le feldspath que dans la pâte du porphyre, et on peut admettre que la moyenne, pour le porphyre bien caractérisé, est de 2,2 à 2,5. Lorsque la teneur en eau est supérieure à ce nombre, la roche a perdu son caractère comme (7), ou bien, comme cela a lieu pour (8), elle renferme un peu de carbonate de chaux ou de chlorite.

Du reste, par la calcination, toutes ces roches prennent une couleur vert-brunâtre ou quelquefois rougeâtre; celles qui étaient magnétiques le sont encore, et celles qui ne l'étaient pas le sont devenues.

Ces propriétés du porphyre, d'exercer de l'action sur l'aiguille aimantée et de contenir de l'eau de combinaison qui, à ma connaissance, n'ont pas encore été signalées jusqu'à présent, me semblent importantes à constater relativement à sa nature ainsi qu'à son origine, et j'aurai l'occasion d'y revenir un peu plus loin.

Au chalumeau, la pâte du porphyre fond à peu près aussi difficilement que le feldspath, et on obtient une perle d'un vert-bouteille.

Chalumeau.

Avec le borax, la matière se dissout complètement, quoique avec difficulté, et on a une perle fortement colorée par le fer.

Avec le sel de phosphore la dissolution est complète, ce qui n'a pas lieu pour le feldspath.

Avec le carbonate de soude, il se produit une vive effervescence; des squelettes gonflés restent dans la perle; après le refroidissement on a un bouton cristallin d'un vert-pistache clair. Sur la feuille de platine on a la coloration verte, qui indique la présence du manganèse, et c'est ce qu'indique aussi l'altération produite par l'atmosphère qui couvre la surface de la roche d'une couche brunâtre tachant les doigts.

Quand on traite la pâte du porphyre par l'acide hydrochlorique, même à froid, l'acide prend immédiatement une couleur jaune indiquant qu'il s'est dissous une certaine proportion de fer.

Analyse.

Dans le but de m'éclairer sur la nature des mi-

néraux qui composent la pâte du porphyre, j'ai recherché la proportion de substances attaquées, soit à froid, soit à chaud, par l'acide hydrochlorique.

J'ai constaté ainsi qu'avec de l'acide hydrochlorique concentré, au bout de deux jours on dissout à froid 23 p. o/o, soit à peu près 1/5 de la pâte noire *a* (page 225).

Avec le même acide à chaud, et au bout du même temps, après avoir évaporé à sec, la proportion dissoute est un peu plus forte que si on opérât à froid, et à peu près la même que pour les cristaux de feldspath pur; elle est alors de 1/3.

J'ai fait aussi, au moyen du carbonate de soude et de l'acide fluorhydrique, des analyses ayant pour but de déterminer la composition chimique de quelques variétés du porphyre, et j'ai obtenu ainsi :

	(1)	(2)	(3)
Silice. . . . .	53,17	50,79	49,82
Alumine. . . . .	19,77	} 27,25 $\text{AlF}$	} 29,74 $\text{AlF}$
Protoxyde de fer. . . . .	8,56		
Protox. de mang. . . . .	0,51		
Chaux. . . . .	3,87	8,02	7,31
Magnésie. . . . .	4,96 (diff.)	} 10,44 (diff.)	} 10,93 (diff.)
Soude et potasse. . . . .	7,02		
Eau. . . . .	2,14	3,50	2,20
	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00	<hr/> 100,00

(1) Pâte vert-noirâtre du porphyre de Belfahy, à grands cristaux de labrador et le mieux caractérisé.

(2) Porphyre un peu bréchiforme, avec fragments de même nature que la pâte, et ayant une couleur verte ou légèrement violâtre, de la Scierie,

près du Puix, route du ballon de Giromagny, et non loin du contact de la roche avec le schiste de transition. C'est la pâte qui a été analysée; elle est d'un vert assez foncé, elle contient de petits cristaux très-peu nets de labrador, et même, dans quelques cas rares, des grains de pyroxène.

(3) Porphyre de Giromagny à pâte rouge-violacée; il renferme un très-grand nombre de petits cristaux de feldspath parfaitement nets et d'un beau vert d'eau; quelquefois aussi il y a des cristaux de pyroxène d'un vert foncé: c'est la pâte qui a été analysée.

Les résultats des essais et des analyses qui précèdent peuvent se résumer brièvement de la manière suivante :

*Dans le porphyre de Belfahy, bien caractérisé et à grands cristaux de feldspath, la quantité de silice de la pâte est égale à celle de son labrador. Pour les porphyres qui, comme (2) et (3) ne sont plus que des dégradations de (1), elle est inférieure de quelques centièmes.*

*Dans toutes les variétés il y a moins d'alumine et d'alcalis, beaucoup plus de fer, de manganèse et de magnésie, tantôt plus et tantôt moins d'eau et de chaux, que dans le feldspath.*

M. Grezely, propriétaire de la verrerie de la Saulnaire, ayant bien voulu mettre à ma disposition ses fours de verrerie, j'ai essayé d'y fondre le porphyre de Belfahy. J'ai reconnu qu'à cette température il entre complètement en fusion; il donne alors un verre compacte à cassure conchoïde et fortement coloré par le fer.

En fondant ainsi le porphyre, il est plus facile d'étudier ses propriétés chimiques, car j'ai re-

connu qu'après porphyrisation il se laisse alors complètement attaquer par l'acide hydrochlorique; mais la silice se sépare cependant toujours à l'état grenu. Il est probable que la fusion a surtout pour effet de modifier la manière d'être de l'alumine, qui, lorsque la roche est telle qu'on la trouve dans la nature, résiste surtout à l'action de l'acide.

Le morceau de porphyre de Belfahy que j'ai fait fondre appartenait à un échantillon semblable à celui désigné sous le numéro (1), dont j'ai analysé les cristaux de feldspath, ainsi que la pâte. Il avait une pâte verte, tirant sur le noir, avec de grands cristaux de feldspath blanc-verdâtre : on n'y distinguait pas de pyroxène.

J'ai attaqué 2 gr. du verre provenant de la fusion, par l'acide hydrochlorique, et j'ai obtenu :

Silice. . . . .	53,45		Oxygène.	
Alumine. . . . .	22,26			27,773
Protoxyde de fer. . . . .	8,12	1,848		10,593
Protoxyde de manganèse. . . . .	0,96	0,215	}	6,313
Chaux. . . . .	3,68	1,037		
Magnésie (diff.). . . . .	3,65	1,404		
Soude (1). . . . .	5,49	1,404		
Potasse. . . . .	2,39	0,405		
	100,00			

Il résulte de cette analyse, comparée avec celle du n° (1), que la *composition moyenne de la pâte* est à peu près la même que celle de la masse pour le porphyre de Belfahy.

(1) La quantité de soude paraît être un peu forte, cela tient peut-être à ce que le creuset qui a servi à la fonte avant perdu par accident son couvercle dans l'opération, les vapeurs de soude qui remplissent toujours le four de verrerie, ont pu réagir sur la matière en fusion.

Il y a donc lieu de répéter, relativement au verre du porphyre, ce qui vient d'être dit relativement au porphyre lui-même, et j'observerai que la composition de l'un ou de l'autre peut se représenter algébriquement par la notation suivante

qui définit les rapports d'origine  $\bar{R}$ ,  $\bar{R}$ ,  $\bar{Si}$ , dans la pâte, par comparaison avec ceux du feldspath labrador constituant  $\div \bar{R} : \bar{R} < 3 : \bar{Si} < 6$ .

Quelquefois la pâte est assez rapprochée de la limite  $\div 1 : 3 : 6$ .

Après avoir fait l'analyse élémentaire de la pâte du porphyre, il reste à déterminer, à l'aide des résultats qui ont été obtenus, quelle est la nature des minéraux qui la composent; mais la solution de cette question présente de grandes difficultés, d'autant plus que jusqu'à présent les données ont complètement manqué pour la résoudre.

J'ai examiné au microscope, et sous un grossissement de 100 fois, les pâtes de plusieurs variétés de la roche, et j'ai reconnu d'abord que *leur structure est à peu près la même que celle du porphyre*: seulement les minéraux qui les composent sont très-petits et peu nets; ils se fondent en partie les uns dans les autres, et ils ont rarement des formes géométriques; mais, quoi qu'il en soit, j'ai observé deux substances cristallines: l'une transparente et verdâtre, formant la plus grande partie de la roche, qui, bien qu'elle soit en cristaux très-petits, présente souvent la macle caractéristique du labrador; l'autre d'un vert foncé intimement mêlée avec la première, et qui donne à la masse une teinte verte produite par le mélange des couleurs, et qui paraît homogène quand on regarde la roche à l'œil nu.

Minéraux  
constituants.

La forte proportion d'alcali qu'on trouve, soit dans la pâte, soit dans le verre du porphyre, démontre ce fait important, que la pâte et sa masse, qui ont du reste à peu près même composition, sont en grande partie formées de feldspath labrador; car le plus ordinairement les silicates verts qui contiennent le fer comme base essentielle, et qui peuvent entrer dans le porphyre, ne renferment pas d'alcali en combinaison avec le fer; il faut cependant en excepter une variété d'augite de Virau analysée par M. Gmelin, et l'arfvedsonite qui paraît être une variété d'amphibole contenant trois atomes de fer pour un atome de soude. Quoi qu'il en soit, admettons que la quantité d'alcali entre surtout dans le feldspath, la quantité de feldspath du porphyre sera à peu près proportionnelle à la quantité d'alcali; par conséquent on peut supposer qu'il y a environ 70 p. o/o dans la pâte d'un vert foncé tirant sur le noir, qui est cependant une des variétés à structure porphyrique qui doit en contenir le moins.

Quant à la masse même du porphyre de Belfahy, l'échantillon fondu qui a été examiné renfermait au moins 75 p. o/o de feldspath; et il est du reste facile de reconnaître, d'après les analyses précédentes et d'après les caractères minéralogiques du porphyre que les variétés vert clair ne sont souvent autre chose que des masses presque compactes de labrador, dans lesquelles les cristaux existent toujours, mais tellement rapprochés que la structure porphyrique a disparu.

On peut se proposer de déterminer la proportion de feldspath de la roche d'après la densité des minéraux qui y entrent; c'est ce qui a été fait par

M. de Buch (1) pour le porphyre pyroxénique du Tyrol. En admettant que le feldspath est de l'adulaire et que la substance qui donne à la roche la couleur vert-noirâtre est du pyroxène, M. de Buch a déterminé la proportion des deux minéraux par la formule d'alliage :

$$D = mS + nF.$$

D étant la densité de la roche, S celle du pyroxène, F celle du feldspath,  $m$  et  $n$  les proportions en volume de pyroxène et de feldspath qui entrent dans l'unité de volume de la roche, de sorte que  $m + n = 1$  : on en déduit

$$\frac{n}{m} = \frac{S - D}{D - F}.$$

Il faut observer cependant que l'emploi de cette formule repose sur une hypothèse inexacte, car elle suppose que le silicate de fer est du pyroxène, ce qui ne doit pas être, comme nous le verrons tout à l'heure; mais nous pouvons néanmoins essayer d'en faire usage pour le porphyre de Belfahy. Or, quelle que soit la nature du silicate vert qui colore la pâte, sa densité est égale à celle des silicates de protoxyde de fer en général, et on peut admettre par conséquent qu'elle est à peu près de 3,00. Le feldspath est du labrador dont la densité est 2,719, et la pâte la plus noire pèse 2,803 : il résulte donc de là que les variétés les plus foncées de la pâte du porphyre de Belfahy contiennent au moins deux à deux fois et demie plus de feldspath, c'est-à-dire, en poids, au moins de 65 à 70 p. o/o. Ces nombres ne concordent pas assez

(1) Voir Annales de chimie, t. VI.

bien avec ceux qui ont été déduits de la composition chimique, si on observe que  $S = 3,00$  est tout à fait arbitraire. Du reste, il serait préférable de se servir de cette formule pour calculer la densité du silicate à base de fer : on trouve alors, d'après les analyses précédentes, qu'elle est comprise entre 2,897 et 3,018.

Fer oxydulé.

J'ai constaté, en outre, que la pâte est magnétique : cette propriété n'est pas exceptionnelle pour le porphyre de Belfahy, mais elle s'étend aussi aux porphyres pyroxéniques, desquels je parlerai plus loin, et à tous ceux que j'ai eu l'occasion d'examiner dans diverses collections ; en sorte qu'on peut la considérer comme une *propriété générale* de tous les mélaphyres.

Dans le but de m'éclairer sur la nature du minéral qui, dans les mélaphyres, attire l'aiguille aimantée, j'ai fait divers essais pouvant se trouver dans les roches.

L'amphibole ne m'a paru magnétique que lorsqu'elle contenait visiblement du fer oxydulé.

Pour le pyroxène, j'ai reconnu que l'augite de la Fassa est magnétique ; certains augites des volcans encore en activité le sont un peu quelquefois, et il en est de même de la sahlite et de la coccolite de Norwège. L'augite du porphyre de Belfahy, qui est noir foncé, est aussi magnétique ; mais la lherzolite, la sahlite n'exercent aucune action sur l'aiguille aimantée.

L'hypersthène et le diallage bronzite sont souvent magnétiques.

D'après M. Berthier, les silico-aluminates de fer des minerais en grains, ainsi que la chamoisite, sont magnétiques, et cela a lieu encore pour

quelques grenats, même lorsqu'ils sont transparents (1).

Mais de ce que la pâte de tous les mélaphyres bien caractérisés contient, à très-peu près, autant de silice que les cristaux de feldspath qu'elle renferme, il est facile de conclure que ce n'est ni du grenat, ni de la chamoisite qui forme le silicate à base de fer ; car ces minéraux renferment beaucoup moins de silice. On ne saurait admettre non plus que c'est de l'hypersthène ou du diallage, car les roches dans lesquelles elles entrent comme élément constituant se distinguent assez facilement par un *facies* particulier. J'examinerai plus loin si ce doit être du pyroxène ou de l'amphibole ; mais que ce soit l'un ou l'autre de ces deux minéraux, il me semble qu'on doit admettre que la pâte contient une quantité de fer oxydulé extrêmement petite, à laquelle elle doit la propriété d'être magnétique : cela résulte en effet de ce qui a été dit sur le magnétisme ; car, à cause de son irrégularité même, on doit penser que c'est du fer oxydulé dont la présence rend magnétiques ou non magnétiques les mêmes variétés d'augites provenant des mélaphyres ou des volcans.

En examinant le porphyre à la loupe, j'ai cru y reconnaître quelques paillettes de fer oxydulé ; mais je n'ai pu acquérir une entière certitude à cet égard. Il me semble toutefois que l'existence de ce minéral est démontrée par ce que je viens de dire, et elle l'est encore par la couleur noire avec reflet bleuâtre, qui fait ressembler beaucoup quelques variétés du porphyre au basalte. Du reste le fer oxydulé magnétique a été

(1) Berthier. Voie sèche, t. II : minerais de fer.

observé quelquefois dans cette formation ; car, d'après des renseignements que je dois à l'obligeance de M. Virlet, on trouve du fer oxydulé titanifère dans le lit du torrent de Scotino Langada (1), qui coule en partie sur le porphyre vert antique : or nous verrons plus loin que ce porphyre est un véritable mélaphyre. Dans l'Oural, où les porphyres pyroxéniques sont très-développés, M. G. Rose a signalé plusieurs localités, telles que Katschkanar et Blagodat, dans lesquelles ils se chargent peu à peu de fer oxydulé ; et, dans la description qu'il en donne, M. G. Rose (2) fait observer d'une manière toute spéciale que le fer oxydulé et le porphyre pyroxénique appartiennent à une même formation.

Je pense donc qu'on doit admettre que c'est le fer oxydulé qui rend magnétique le porphyre de Belfahy, et en général tous les mélaphyres.

Il reste maintenant à déterminer quel est le minéral qui donne à la pâte du porphyre sa couleur verte, et la solution de cette question présente de grandes difficultés.

Il était naturel de penser qu'on y arriverait par l'analyse élémentaire ; car en recomposant le feldspath dont les cristaux ont été analysés, ce qui reste représente à très-peu près la composition des silicates de la pâte dans laquelle se concentrent toutes les substances minérales en excès, séparées par les cristallisations antérieures. De plus, les substances qui composent le feldspath et le silicate de la pâte sont en partie les mêmes ; il n'y a guère

(1) Du N.-E. de Lebetsova, route de Sparte et Marathonisi.

(2) G. Rose. Reise nach Ural, t. 1<sup>er</sup>, p. 345, ligne 10.

que les proportions de chacune d'elles qui varient : ainsi ils renferment à peu près la même quantité de silice ; l'un et l'autre contiennent du fer, quoiqu'il n'existe qu'en petite quantité dans le feldspath. L'alumine, la chaux, l'eau et même la magnésie sont aussi partagées ; et, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer, il n'est pas impossible qu'il y ait une petite quantité d'alcali dans le silicate vert. On ne peut donc pas être assuré qu'une substance entre exclusivement dans la composition du feldspath, et dès lors on ne peut pas calculer *avec exactitude* quelle est la proportion de feldspath de la roche. Du reste, lors même que ce calcul serait possible, comme le silicate vert est en très-petite quantité, il serait difficile de trouver sa composition chimique ; car des erreurs très-légères d'analyse, comme celles, par exemple, qui portent nécessairement sur les alcalis et surtout sur la magnésie, pourraient ensuite être multipliées dans le calcul et donner des résultats très-éloignés de la vérité. Par conséquent, bien que la recomposition de la roche d'après son analyse élémentaire puisse avoir lieu quelquefois, quand on connaît d'une manière précise la composition des minéraux constituants, pour le porphyre dont l'étude nous occupe en ce moment, cette recomposition serait sinon impossible, du moins bien incertaine, et on ne peut pas espérer qu'elle permette de déterminer la formule du silicate de la pâte.

Mais on peut cependant tirer parti des analyses qui précèdent pour arriver à la solution de la question.

M. de Buch a établi depuis longtemps qu'un des principaux caractères du porphyre qui nous occupe est de ne pas présenter de quartz dans sa

pâte. Ce principe est vrai généralement, cependant il ne doit pas être pris dans une acception trop absolue, et il convient d'y apporter quelques restrictions; car, indépendamment de ce qu'il y a accidentellement du quartz dans des amygdaloïdes comme celles que j'ai décrites, j'ai pu observer, en calcinant des mélaphyres, des amygdaloïdes microscopiques ou des veinules de quartz, qui démontrent qu'il y a quelquefois un très-léger excès de silice dans la roche: cela a lieu en particulier pour le spilite de Faucogney, pour le porphyre de la Grève, etc. Dans la description de la carte géologique de Saxe, M. Naumann signale aussi à Rodersdorf un porphyre vert contenant des cristaux mûclés d'agite et qui est très-riche en quartz (1).

Du reste l'analyse chimique permet également de constater, dans des roches qui présentent le caractère des mélaphyres, la présence d'un léger excès de silice sur la quantité théoriquement nécessaire à la formation des minéraux qui les composent; car, en analysant les cristaux de feldspath qui donnent au mélaphyre la structure porphyrique, j'ai presque toujours obtenu pour la silice un nombre un peu supérieur ou égal à celui qui résulte de la composition théorique du labrador.

Il ne serait pas impossible, d'après cela, qu'une certaine quantité de silice eût été renfermée dans les cristaux de feldspath de quelques mélaphyres, ou dans la pâte, à l'état de ce que l'on pourrait appeler *silice de cristallisation*. Du reste, on est naturellement conduit à penser qu'il ne saurait y avoir plus de quelques centièmes de silice en excès: autrement elle aurait cristallisé elle-même au mo-

(1) Naumann. Geognostische skizze, I<sup>er</sup> vol., p. 142.

ment de la solidification; on la rencontre, en effet, à l'état hyalin, dans des roches qui n'en contiennent pas davantage, et dans lesquelles elle s'est nettement séparée, bien que leur structure ne soit pas plus cristalline que celle de la roche que nous examinons en ce moment. Enfin, comme elle est en petite quantité, on peut admettre que les quantités qui se trouvent dans le feldspath et dans la pâte sont égales ou tout au moins proportionnelles. Ces deux hypothèses relatives à l'excès de silice et à la proportion de cette dernière qui entre soit dans le feldspath, soit dans la pâte, ont du reste été vérifiées par l'analyse chimique, ainsi que ce sera démontré dans la suite de ce mémoire; car pour le labrador du cap Holmen, qui est exceptionnel et qui appartient à une roche pouvant être considérée comme une *limite* des mélaphyres, l'excès sur la quantité de silice de la formule théorique, qui est alors de beaucoup un *maximum*, est de 3,05 p. o/o. De plus, j'ai reconnu que quand la richesse en silice de la pâte augmente, celle du labrador qui y forme des cristaux isolés augmente aussi, et à peu près dans le même rapport: ainsi, dans la roche du cap Holmen en particulier, dont le labrador contient la plus grande quantité de silice, la pâte renferme 55,29 p. o/o de silice, c'est-à-dire quelques centièmes de plus que la pâte des mélaphyres bien caractérisés.

Ce qui précède étant établi, on peut se proposer de rechercher la nature du silicate vert qui forme avec le labrador la pâte des mélaphyres.

D'après les analyses de la roche, c'est principalement dans la pâte que les affinités de cristallisation ont réparti le fer et la magnésie: il y en aura d'autant plus que la roche a une couleur

verte plus foncée et tirant plus sur le noir. De plus, il résulte de ce qui a été dit antérieurement que le silicate vert de la pâte ne peut être que du pyroxène ou de l'amphibole.

Quoique le porphyre de Belfahy et la plupart des mélaphyres ne renferment qu'assez rarement des cristaux de pyroxène, comme ils paraissent quelquefois se fondre dans la pâte d'une manière insensible, il semblerait assez naturel de penser que le silicate vert est du pyroxène; mais il faut observer qu'il résulte de l'analyse que le silicate vert de la pâte contient beaucoup d'oxyde de fer, de la magnésie, de l'alumine et de la chaux, quoiqu'il puisse y en avoir moins que dans le feldspath. En outre, dans la pâte vert-noirâtre du porphyre de Belfahy le mieux caractérisé, qui, à cause de sa couleur et de son aspect, semblerait au premier abord devoir être formé de feldspath et d'augite, il y a au moins 53 p. o/o de silice. Or, si on recherche dans le Manuel de minéralogie chimique de M. Rammelsberg (1) quelle est la composition du pyroxène dont l'analyse a été faite jusqu'à présent, on reconnaît qu'il n'y a que les pyroxènes riches en magnésie qui contiennent plus de 54 p. o/o de silice, et le pyroxène des mélaphyres du Tyrol, analysé par M. Kudernatsch, n'en renferme que 50 p. o/o. Le plus ordinairement ceux qui sont riches en fer et en alumine, comme doit l'être le silicate vert de la pâte, ne contiennent que de 48 à 51 p. o/o de silice. Les amphiboles, au contraire, qui auraient les mêmes bases et qui seraient dans les conditions précitées, pourraient renfermer 53 p. o/o de silice : c'est ce qui a lieu,

(1) Rammelsberg, t. I, p. 58.

par exemple, pour l'amphibole de Garpenberg (Suède), analysée par M. Hisinger. En vertu de ce qui vient d'être dit ci-dessus relativement à la quantité de silice pouvant se trouver en excès dans la pâte, on doit donc présumer que le silicate vert est de l'amphibole, et c'est du reste ce qui m'a paru résulter surtout d'une expérience très-simple.

J'ai calciné, en effet, les variétés de la roche qui contiennent du pyroxène, et j'ai reconnu, après cette opération, que, tandis que le pyroxène prend une couleur plus foncée, la pâte prend au contraire généralement une couleur brune ou rougeâtre beaucoup plus claire, ainsi que cela a lieu pour les diorites et pour les porphyres dioritiques qui sont à base d'amphibole. De plus on voit alors que les cristaux de pyroxène sont aussi complètement isolés que possible de la pâte, de laquelle ils se détachent d'une manière très-nette par le contraste des couleurs : ces effets inverses produits sur le pyroxène et sur le silicate vert de la pâte ne permettent donc guère d'admettre que ce dernier soit du pyroxène, et alors il est naturel de penser que c'est de l'amphibole.

Cela paraîtrait s'accorder aussi avec un fait relatif aux cristaux d'ouralite et aussi avec quelques expériences de MM. Berthier et Mitscherlich. Dans l'ouralite, le pyroxène qui est au centre se serait formé d'abord, et l'amphibole aurait pris naissance ensuite par un refroidissement plus lent. De même aussi, dans le porphyre de Belfahy, le feldspath et le pyroxène ont dû nécessairement cristalliser les premiers; car ils n'auraient pas pu cristalliser si la pâte avait déjà été solidifiée, ce n'est donc que postérieurement que la pâte aurait pris la structure cristalline, et alors il se serait

formé de l'amphibole. Je dois faire remarquer cependant que, d'après M. G. Rose, c'est l'inverse qui aurait eu lieu ; et, dans l'ouralite, l'amphibole serait au contraire un pseudomorphose du pyroxène.

Si on admet que le silicate vert, qui donne au porphyre sa couleur, est une amphibole, cette dernière doit dans tous les cas avoir une composition particulière, et peut-être même différente de celles connues jusqu'à présent, qui n'ont que rarement 53 p. o/o de silice (1), indépendamment de l'oxyde de fer et de la magnésie, elle doit contenir de l'eau, car certaines pâtes en contiennent plus que le feldspath, et c'est ce que j'aurai l'occasion de faire remarquer encore pour le porphyre vert et pour les autres mélaphyres que j'examinerai plus loin : de plus, de l'alumine entre très-probablement dans sa composition, ainsi que cela a lieu pour la plupart des amphiboles des roches. Enfin il est remarquable que la quantité de chaux puisse y être moindre que dans le feldspath, tandis que les amphiboles analysées jusqu'ici sont en général riches en chaux.

Lorsque dans le porphyre que nous étudions la pâte devient rougeâtre ou violacée, comme cela a lieu pour quelques variétés de Giromagny, contenant des cristaux très-nets de feldspath et de pyroxène, les éléments qui entrent dans la composition de la pâte ne paraissent pas avoir pu se séparer, et le silicate vert ne s'est pas formé, quoique la roche contienne encore une proportion très-notable de fer.

(1) Voir Rammelsberg, Hornblende.

### *Spilite.*

Quand on quitte Faucogney (Haute-Saône) pour se diriger vers Saphoz-le-Bas et Emoulière, on remarque à gauche un mamelon ayant tous les caractères d'une roche d'origine ignée, car elle se divise en prismes pseudo-réguliers ayant quelques centimètres de dimension. Cette même roche forme la base des trois montagnes au pied desquelles est située la petite ville de Faucogney : on la rencontre également au Plain-des-Bœufs, à l'étang des Grillots, près de Saint-Bresson, à Mondahin, à la Chapelotte, à Rimbach (1), à Grendelbruch (2), etc., etc.

Spilite  
de Faucogney.

Elle est d'une couleur verte tirant un peu sur le noir ; son aspect est parfaitement homogène ; sa texture est cristalline, grenue, et elle ne présente pas de cristaux isolés bien nets. D'après l'ensemble de ses propriétés et d'après son gisement, on est naturellement conduit à la rapprocher du porphyre de Belfahy : c'est aussi ce qui a été fait par M. Thirria, qui la classe dans son groupe du porphyre noir, et qui l'a appelée *spilite*. Les géologues allemands désignent cette classe de roche, qui accompagne presque constamment les formations porphyriques, sous les noms de *mandelstein*, de *porphyrite* et de *porphyrite-mandelstein*. A Faucogney elle présente quelquefois des cellules allongées, sans direction déterminée, et le plus souvent angulaires. Ces cellules, qui sont très-rares et petites au pied de la montagne sur laquelle

(1) Élie de Beaumont. Explication de la carte géologique de France, p. 366.

(2) Voltz. Géognosie de l'Alsace, p. 53.

(3) C'est le spilite bufonite de M. Brongniart.

se trouve le hameau d'Emoulière, deviennent très-nombreuses, très-irrégulières et très-grandes (*Pl. II, fig. 11*), quand on se dirige de Fauconney vers le village des Mottes : elles sont ordinairement presque entièrement remplies par de la chaux carbonatée qu'entoure un peu de chlorite ferrugineuse. Par l'altération de l'air, elle prend une couleur brune due à l'oxyde de manganèse.

La densité de la roche est de 2,906. Elle est donc un peu supérieure à celle de la pâte du porphyre de Belfahy.

Comme cette dernière elle est magnétique; à la loupe elle présente des lamelles verdâtres paraissant presque avoir la même couleur que la roche, et qui s'entre-croisent indistinctement dans toutes les directions. Parallèlement à leur longueur, ces lamelles ont des stries très-fines qui indiquent qu'elles sont formées de cristaux mâclés de labrador. Quand on examine le spilite qui forme le bas de la montagne d'Emoulière, après l'avoir calciné, on y observe une multitude de petites veinules de quartz, indiquant qu'il y a une quantité de silice un peu plus grande que celle nécessaire à la formation des minéraux qui entrent dans la composition de la roche. On peut voir, du reste, par l'analyse qui suit, que cet excès de silice est très-faible, et au plus de quelques centièmes, quoiqu'il soit facile de le constater par un examen à la loupe.

Je n'ai pas rencontré de cristaux de pyroxène dans ce spilite.

Quand on le pulvérise il prend une couleur d'un gris-verdâtre clair.

Au chalumeau, il présente absolument les mêmes propriétés que la pâte du porphyre de Belfahy.

J'ai fait une analyse complète de cette roche, et j'ai trouvé :

Silice. . . . .	54,42	»	28,276
Alumine. . . . .	20,60	»	9,630
Protoxyde de fer (1). .	9,44	2,149	} 6,767
Protoxyde de manganèse.	0,93	0,208	
Chaux. . . . .	3,64	1,023	
Magnésie. . . . .	3,87	1,498	
Soude. . . . .	4,48	1,146	
Potasse. . . . .	0,94	0,159	
Eau. . . . .	1,97	1/3 1,751	
			100,29

L'analyse montre que sa composition est à peu près la même que celle de la pâte du porphyre de Belfahy, et qu'elle présente les mêmes relations entre les quantités d'oxygène de R, R̄, Si; elle est seulement plus riche en silicate vert ou en amphibole; elle ne contient guère que 55 ou 60 p. o/o de feldspath labrador, et elle constitue par conséquent un porphyre cellulaire qui n'est qu'une variété ou qu'une dégradation de celui que nous avons étudié.

#### *Porphyre brèche.*

Ainsi que cela a lieu en général dans les formations porphyriques, le porphyre de Belfahy est accompagné de brèches, et elles sont même très-développées. De concert avec M. Pidancet, conservateur du musée de Besançon, j'ai observé ces brèches dans la vallée de Plancher-les-Mines, au village de Belfahy et dans ses environs, au

(1) Une partie du fer est à l'état de peroxyde, quoique tout ait été compté comme protoxyde.

Bois-du-Roi, ainsi que sur le ballon, aux Grands-Champs, sur la route de Servance, au Nord du Puix, etc.

Les variétés du porphyre qui sont à l'état de spilite, même très-caverneux, présentent quelquefois des brèches dont la teinte générale est verte. Ces spilites-brèches se rencontrent à Chauvillerain (1), près de Faucogney (voir *fig. 11, Pl. II*), aux environs de Giromagny. Quand leurs cellules sont grandes et très-nombreuses, elles sont remplies par de la chaux carbonatée, mais on y trouve aussi du quartz et de la chlorite ferrugineuse.

Ces brèches ont des couleurs vives, et elles prennent, sous le poli, de très-belles nuances, qui les ont fait rechercher autrefois dans les scieries de pierres du département de la Haute-Saône.

En examinant ces brèches avec attention, j'ai reconnu que malgré la diversité de leurs couleurs elles sont presque exclusivement formées de fragments à angles vifs, qui appartiennent à la roche du porphyre elle-même ou à ses variétés : on y rencontre cependant quelquefois des fragments de roche pétrosiliceuse, grise, violette ou verte, qui ne ressemblent à aucune des roches des environs et dont les caractères ont visiblement été altérés par la formation même de la brèche. Le plus ordinairement elles présentent une teinte générale qui est verte; mais souvent aussi elle est rouge ou violette. Lorsque les fragments sont petits, et n'ont que quelques centimètres, toutes les nuances et leurs intermédiaires sont quelquefois réunis sur un seul échantillon, qui frappe

(1) Thirria. Statistique de la Haute-Saône.

alors l'œil par la bizarrerie et le caprice de ses couleurs.

Dans les brèches à teinte verte de la vallée de Plancher, on rencontre souvent des fragments avec de très-gros cristaux de feldspath labrador, et sur une surface d'un mètre carré on peut observer toutes les variétés que le porphyre présente, tant sous le rapport de la couleur que de la structure.

Dans les brèches à teintes rouges ou violettes on reconnaît encore très-bien les cristaux de labrador, qui sont caractérisés par leurs mâcles : il est donc probable que leur couleur est due à un changement dans l'état d'oxydation du fer et du manganèse qui a été produit dans les fragments bréchiformes.

J'ai observé plusieurs fois des cristaux de labrador dont une partie se trouvait sur un fragment bréchiforme tandis que l'autre était dans la pâte : tout porte donc à croire que le ciment qui a réuni les fragments bréchiformes a dû pénétrer liquide, c'est ensuite par son refroidissement que des cristaux de feldspath labrador se sont développés à la fois dans la pâte et dans le fragment ramolli : du reste, dans les variétés de brèche à teinte verte, les fragments sont quelquefois peu nombreux et espacés; de plus leurs contours sont très-peu nets; il semblerait donc qu'ils se sont dissous en partie dans la pâte du porphyre : le même fait peut s'observer dans les variétés rouges et violettes, et de plus les cristaux de labrador des fragments bréchiformes paraissent généralement avoir été altérés; ils ont une couleur blanchâtre et sont complètement opaques; leurs arêtes ne sont pas nettes, et enfin on n'y observe plus de clivage. Cette altération, sans

aucun doute, a été produite aussi par le phénomène qui a engendré les brèches.

J'ai cherché quelle est la quantité d'eau que contiennent les principales variétés de brèches, et j'ai obtenu les résultats suivants :

- |   |      |
|---|------|
| (1) Fragment rouge d'une brèche à pâte verte, de Belfahy. . . . .                             | 1,30 |
| (2) Brèche à pâte violacée contenant de petits fragments d'un vert foncé, de Belfahy. . . . . | 1,73 |

Pour les brèches vertes on aurait, du reste, la même perte au feu que pour le porphyre lui-même.

Relativement à l'origine et au mode de formation de ces brèches, il importe de constater ici que celles dont la couleur est rouge ou violette ont une teneur en eau moins grande que le porphyre.

Le porphyre brèche paraît être tantôt plus, tantôt moins élevé que le porphyre de Belfahy, et se trouver indifféremment soit à la limite, soit à l'intérieur de la formation.

#### *Porphyre vert antique.*

Les Grecs et les Romains ont souvent employé, dans la construction de leurs principaux monuments, une roche que les anciens écrivains, Pausanias, Pline, Dioscoride, désignent sous le nom de marbre lacédémonien, d'ophite ou de pierre des Crocées, du nom de la carrière de laquelle elle était extraite ; les marbriers modernes l'appellent quelquefois serpentinite verte, mais elle est plus spécialement connue dans les arts sous le nom de *porphyre vert antique*.

Lors de l'expédition de Morée, MM. Boblaye

et Virlet (1) ont été assez heureux pour retrouver les anciennes carrières situées dans la Laconie, dans lesquelles on extrayait autrefois ce porphyre, et ils ont reconnu qu'il forme en partie les plaines de l'Hélos et une série de collines arrondies entre Lebetsova et Marathonisi : quoique le *porphyre vert antique* ait été très-fréquemment employé par les anciens et qu'on le retrouve dans les monuments de la Grèce, de l'Italie, de l'Égypte, de la Gaule, etc., il ne paraît pas avoir été exploité dans d'autres localités que dans la Grèce.

Des descriptions très-complètes du gisement de cette roche ont été données par M. Virlet, et il en résulte qu'elle présente la plus grande analogie avec le porphyre de Belfahy : c'est, du reste, ce que j'ai pu mettre complètement hors de doute en comparant les nombreuses collections qui ont été recueillies par M. Virlet ; à part quelques nuances, ces roches ainsi que leurs variétés offrent absolument les mêmes caractères et on doit nécessairement les rapprocher dans une classification naturelle des roches.

Étudions en effet les principaux minéraux du *porphyre vert antique* en suivant l'ordre précédemment établi.

Ce porphyre (*Pl. II, fig. 12*) a la structure porphyrique bien nettement caractérisée ; cependant les cristaux de feldspath qui, pour le porphyre de Belfahy, sont en général terminés par des arêtes vives, se fondent ici d'une manière douce, et au lieu d'être blancs-verdâtres, ils ont une légère teinte verte

Feldspath.

(1) Voir, pour de plus amples détails à ce sujet, les Recherches érudites de Boblaye sur les roches désignées par les anciens sous le nom de *Marbre lacédémonien* et d'*ophite*. (Expédition scientifique de Morée, p. 129.)

d'un effet très-agréable à l'œil et qui a valu à ce porphyre sa célébrité. Quant à la pâte sa couleur varie depuis le violet jusqu'au vert et au vert clair : le plus ordinairement elle est vert foncé ; à Scotino Langada, se trouve une variété qui rappelle celle du porphyre de Belfahy, dans laquelle il n'y a pas de cristaux de feldspath apparents.

La moyenne de plusieurs expériences m'a donné pour la densité du feldspath blanc légèrement verdâtre 2,8835.

Elle est plus grande que celle du labrador de Belfahy, et même que celle d'aucun feldspath connu. Cela tient probablement à ce qu'il est très-compact et difficilement clivable et à ce qu'il contient une assez grande quantité de fer à l'état de combinaison, car cette densité est même supérieure à celle qui a été trouvée pour la pâte du porphyre de Belfahy.

J'ai observé un échantillon dans lequel les cristaux de feldspath avaient pris, de même qu'on l'observe quelquefois dans les Vosges, une teinte rougeâtre produite par une altération atmosphérique ; ils étaient dans une pâte violette.

La forme cristalline est la même et présente les mêmes groupements de cristaux que pour le feldspath de Belfahy ; on peut observer aussi très-souvent la même macle.

Au chalumeau, il fond en un émail blanc, bulleux, un peu verdâtre. Avec le borax, le sel de phosphore et le carbonate de soude, il se comporte absolument comme le feldspath de Belfahy.

J'ai déterminé la composition chimique de ce feldspath par deux analyses et j'ai trouvé :

	Carbonate de soude.	Acide fluor-hydrique.	Moyenne.	Oxygène.	Rap.
Silice. . . . .	53,20	"	53,20	27,643	6
Alumine. . . . .	27,57	27,05	27,31	2,764	13,080
Peroxyde de fer. . . . .	1,03	1,03	1,03	0,316	
Protox. de mang. . . . .	traces	"	"	"	
Chaux. . . . .	8,03	8,01	8,02	2,253	4,863
Magnésie. . . . .	traces	1,01	1,01	0,390	
Soude. . . . .	"	3,52	3,52	0,900	
Potasse. . . . .	"	3,40	3,40	0,577	
Eau. . . . .	2,64	2,37	2,51	2,231	1
			100,63		

Ce feldspath contient plus de chaux, plus de magnésie, plus d'eau et moins d'alcali que celui de Belfahy, mais en résumé cependant il ne présente avec sa composition que de légères différences ; aussi peut-on lui appliquer tout ce qui a déjà été dit antérieurement : en ce qui concerne le fer, j'ai supposé qu'il était à l'état de peroxyde, quoique la belle teinte verte du feldspath porte assez naturellement à le regarder comme étant au moins en partie à l'état de protoxyde ; toutefois la première hypothèse conduit immédiatement aux rapports simples 1 : 3 : 6 qui sont ceux qui définissent le feldspath labrador.

Dans le nouvel ouvrage qu'il vient de publier sous le nom de Cosmos, M. de Humboldt, en passant en revue la série des roches, désigne les cristaux de la pâte du porphyre vert antique comme étant de l'oligoclase (1) : ils présentent en effet une macle formée d'après la même loi que celle de ce feldspath, mais nous voyons que si les caractères cristallographiques ont pu induire en erreur un observateur tel que M. de Humboldt, l'analyse chimique démontre bien que le feldspath est du labrador et non de l'oligoclase.

(1) Cosmos. Traduction de M. Faye, p. 289, ligne 2.

Si nous continuons maintenant l'étude minéralogique du porphyre vert antique, nous trouverons que par tous les minéraux qu'il renferme il présente la plus grande analogie avec le porphyre de Belfahy.

Pyroxène.

Dans quelques échantillons en effet j'ai observé du pyroxène noir-verdâtre cristallisé et M. G. Rose (1) a également signalé la présence de ce minéral qui est ordinairement assez rare.

Je dois cependant à l'obligeance de M. Virlet une variété de cette roche riche en pyroxène, qu'il a recueillie dans la Laconie au Nord-Est de Lebetsova, sur la route de Sparte à Marathonisi; sa pâte est d'un vert clair moins foncé que la plupart des cristaux de feldspath dans le porphyre vert antique, elle n'a pas l'aspect porphyroïde, mais elle paraît être uniquement formée de feldspath; d'après M. Virlet cette roche appartient par son gisement au groupe du porphyre vert antique et c'est en effet ce qu'on aurait pu conclure immédiatement de son examen minéralogique, car elle ressemble à s'y méprendre à la roche de porphyre pyroxénique de la Planche-des-Belles-Filles, dont j'ai donné plus haut la description.

Dans le porphyre vert antique il y a aussi de la pyrite de fer disséminée qui est quelquefois entourée de pyroxène noir. Quant aux autres minéraux accidentels de la roche, ils sont absolument les mêmes que dans le porphyre de Belfahy: on trouve en effet de l'épidote d'une couleur vert-pistache ou vert-olive à Alaïbey et à Brinista; elle forme du reste avec le quartz des filons plus

(1) G. Rose. Reise nach den Ural, t. 1, p. 565.

puissants que dans les Vosges et qui, d'après M. Virlet, peuvent avoir plusieurs décimètres d'épaisseur; le quartz et l'épidote sont disposés suivant des bandes parallèles, les cristaux d'épidote étant perpendiculaires à la surface de séparation et le quartz formant généralement la matière dominante. Il arrive aussi quelquefois qu'elle imprègne presque complètement la roche, comme je l'ai signalé dans quelques localités des Vosges, et ces modifications s'observent surtout dans le voisinage des filons d'épidote. On en rencontre également qui est cristallisée dans des druses irrégulières, à l'intérieur d'échantillons à pâte violette, du torrent de Scotino Langada.

Le quartz ne se trouve pas seulement en filons avec l'épidote, il forme aussi des noyaux qui tantôt présentent des contours bizarres et tantôt ont l'apparence de gouttelettes ou de larmes: j'en ai observé ayant cette dernière forme autour desquels il y a une petite bande d'un rouge vif et qui paraît être de la cornaline: quelquefois le noyau tout entier est de la cornaline. Sur un grand nombre d'échantillons j'ai souvent rencontré le quartz entouré d'une couche très-mince de pyroxène noir; quelquefois le quartz était d'abord entouré de pyrite de fer, puis de pyroxène.

Les collections très-complètes rapportées par M. Virlet, n'ont offert un grand nombre de variétés renfermant des cellules généralement petites, irrégulières et de forme allongée dans lesquelles se trouvaient de la chlorite ferrugineuse et de la chaux carbonatée: ainsi, par exemple, j'ai observé ces minéraux sur des échantillons provenant d'Alaïbey qui avaient une couleur rouge lie de vin, une dureté très-faible et qui parais-

sent n'être plus qu'une dégradation du porphyre, et aussi sur des échantillons ayant une couleur verte et non porphyrique qui provenaient de Scotino Langada.

On trouve aussi à Alaïbey des amygdaloïdes avec chlorite ferrugineuse et quartz, le quartz se trouvant au centre.

Les variétés du porphyre vert antique que nous étudions dans ce moment ne se rencontrent pas dans les arts et dans les plaques polies qui ont servi à la décoration des monuments anciens; car on conçoit qu'on devait rejeter toutes les parties qui contenaient de la chaux carbonatée et de la chlorite ferrugineuse, à cause de la faible dureté de ces deux minéraux; mais dans les collections de M. Virlet j'ai trouvé des échantillons d'un violet foncé, dans lesquels il y avait un si grand nombre de cavités qu'ils passaient à l'état de spilite: quelques-uns ressemblent du reste tellement à certaines variétés du porphyre de Belfahy qu'il serait difficile de les en distinguer.

Indépendamment des minéraux que nous venons de passer en revue, qui sont ceux du porphyre de Belfahy, MM. Virlet et Boblaye ont signalé la présence du fer titané dans le torrent de Scotino Langada où il ne paraissait pouvoir provenir que du porphyre vert antique; je ne l'ai pas encore rencontré isolé dans la roche des Vosges.

La pâte du porphyre vert antique, ainsi que nous avons eu l'occasion de le dire, est ordinairement d'une belle couleur verte, qui tire tantôt sur le noir et tantôt sur le vert clair; quelquefois cependant elle a une teinte violette.

J'ai trouvé pour la densité d'une variété d'un vert-olive 2,915.

M. G. Rose a obtenu 2,923. C'est probablement sur un échantillon plus riche en fer et de couleur plus foncée.

Les propriétés au chalumeau sont les mêmes que celle de la pâte du porphyre de Belfahy; elle contient de l'eau comme cette dernière et même en plus grande quantité. Dans divers essais, soit sur la pâte, soit sur le porphyre, j'ai obtenu, pour la teneur en eau, les résultats suivants:

- |  |      |
|--|------|
| (1) Porphyre à pâte verte très-foncée avec cristaux de feldspath d'un beau vert (fig. 12). . . . .             | 3,99 |
| (2) Pâte d'un fort beau vert très-foncé, d'un monument ancien. . . . .   | 3,87 |
| L'échantillon est très-légerement décomposé.   |      |
| (3) Pâte d'un vert-olive ordinaire. . . . .  | 2,69 |
| (4) Porphyre déjà décrit, vert clair, sans cristaux de feldspath isolés avec des cristaux de pyroxène. . . . . | 2,69 |
| (5) Porphyre d'un vert-olive clair. . . . .  | 2,56 |
| (6) Porphyre à pâte verte, noirâtre, violacée. . . . .   | 1,80 |

Par la calcination toutes ces variétés prennent une couleur brun rougeâtre, assez claire, et les cristaux de feldspath passent à une teinte jaunâtre.

D'après ce tableau, la quantité d'eau combinée dans le porphyre est généralement supérieure à celle du feldspath; elle est plus grande dans les variétés vertes que dans celles qui sont violettes, et elle est d'autant plus grande que la teinte verte

des cristaux de feldspath est plus belle et plus foncée.

J'ai fait un essai de la pâte dont la densité a été donnée ci-dessus et qui contenait les cristaux de feldspath analysés précédemment : j'ai eu bien soin de ne pas prendre les parties dans lesquelles il y avait des noyaux de quartz, et en attaquant 1<sup>er</sup>, 2 de la matière par le carbonate de soude, j'ai obtenu pour sa composition :

Silice. . . . .	53,55
Alumine. . . . .	19,43
Oxyde de titane. . . . .	traces
Protoxyde de fer. . . . .	7,55
— de manganèse. . . . .	0,85
Chaux. . . . .	8,02
Magnésic, soude et potasse (diff.). . . . .	7,93
Eau. . . . .	2,67
	<hr/>
	100,00

On voit d'après cet essai que la quantité de silice de la pâte est égale ou même un peu supérieure à celle du feldspath qui y forme des cristaux isolés. Elle contient moins d'alumine, plus de fer de manganèse et de magnésic, à peu près la même quantité de chaux, un peu moins d'alcali et généralement plus d'eau : ces résultats sont ceux qui ont été obtenus déjà pour le porphyre de Belfahy et on pourrait répéter ici tout ce qui a été dit à l'égard de ce porphyre; je me contenterai de faire observer que la pâte est presque exclusivement formée de feldspath labrador, puisque celle que j'ai examinée, qui peut être considérée comme moyenne, en renferme de 75 à 80 p. o/o.

#### *Tyrol.*

Parmi les porphyres qui se rapprochent de celui

dont nous avons fait l'étude dans les Vosges, on peut encore citer les mélaphyres du Tyrol qui sont depuis longtemps devenus célèbres dans le monde géologique par les travaux de M. Léopold de Buch.

A cause de cette célébrité même j'ai pensé que pour compléter l'étude des mélaphyres, il y aurait quelque intérêt à comparer la composition de leur feldspath labrador avec celui des roches précédentes.

Dans les diverses collections de mélaphyres du Tyrol que j'ai eu l'occasion d'examiner, je n'ai rencontré aucun échantillon qu'il fût possible de regarder comme identique au porphyre type de Belfahy : les cristaux sont beaucoup moins nettement séparés de la pâte, souvent ils ont presque la même teinte, qui est grisâtre ou verte, ou vert-noirâtre, et ils ne deviennent visibles que par l'altération de la roche; quand les cristaux sont séparés ils sont en général petits et peu distincts; en outre, dans quelques variétés de Fassa, qui sont bien connues de tous les minéralogistes, le pyroxène est très-abondant.

J'ai examiné en particulier un échantillon pris entre Bolzano et Colman, dont la pâte était d'un gris clair légèrement verdâtre (*Pl. II, fig. 13*); il était presque entièrement formé de petits cristaux de labrador allongés, ayant au plus 1 centimètre de longueur, et qui, bien qu'ils fussent assez nets, avaient à peu près la même couleur que la pâte. Quoique la forme de ces cristaux, leurs groupements et leurs mâcles, fussent les mêmes que dans le labrador du porphyre des Vosges, ils en différaient cependant d'une manière notable, car ils avaient une couleur grise et non verdâtre; au lieu d'être com-

pactes ils étaient lamelleux et même ils présentaient des reflets sur un morceau poli : du reste, leur couleur grise provient surtout du silicate à base de fer de la pâte qui se trouve intercalé entre les lamelles du feldspath. La roche est magnétique comme le sont tous les mélaphyres ; sa couleur grise devrait permettre d'y distinguer assez facilement du fer oxydulé s'il y en avait en quantité visible, et en effet, en l'examinant avec beaucoup de soin à la loupe, j'y ai trouvé quelques petits octaèdres assez mal définis, mais qui étant détachés étaient attirés violemment par le barreau aimanté ; c'était donc du fer oxydulé magnétique.

La perte au feu est de 1,11 p. o/o.

J'ai déterminé par l'analyse chimique la composition du feldspath et j'ai obtenu :

		Oxygène.		Rap.
Silice. . . . .	53,23	"	27,658	6
Alumine. . . . .	27,73	12,960	} 13,419	3
Peroxyde de fer. . . . .	1,50	0,459		
Chaux. . . . .	8,28	2,326		
Magnésie. . . . .	0,93	0,360		
Alcalis (diff.). . . . .	7,38	"		
Eau. . . . .	0,95	0,844		
	<u>100,00</u>			

On voit d'après cette analyse que le feldspath du mélaphyre du Tyrol est du labrador ; et si les rapports qu'on obtient en prenant les quantités d'oxygène ne sont pas parfaitement égaux aux rapports théoriques, cela tient à l'impureté même des cristaux de feldspath, dans lesquels se trouve une certaine quantité de pâte ; tout le fer ne devrait pas être considéré comme étant à l'état de peroxyde, et par suite la quantité d'oxygène de

Il est plus grande dans le tableau ci-dessus qu'elle ne l'est en réalité : je n'ai du reste pas déterminé par une attaque spéciale la quantité de soude et de potasse, le résultat ci-dessus étant suffisant pour le but que je me proposais.

Il faut remarquer que ce labrador diffère de celui de Belfahy, car il contient moins d'eau et moins d'alcali, ces bases étant remplacées par une quantité correspondante de chaux ; mais sa composition s'approche plus de celle du labrador du porphyre vert antique, duquel il ne diffère guère que par sa teneur en eau et en fer ; on peut observer du reste que ces deux derniers feldspaths contiennent un atome de chaux de moins que le labrador de la côte d'Amérique ou que celui des volcans modernes.

Les divers mémoires publiés sur les mélaphyres du Tyrol apprennent qu'ils présentent de l'analogie avec ceux des Vosges, tant sous le rapport minéralogique que sous le rapport géologique ; c'est ce dont j'ai pu m'assurer aussi par l'étude de plusieurs collections du Tyrol ; mais cette analogie n'exclut pas des différences notables. D'abord ils sont généralement plus celluleux et moins pesants, car, d'après M. de Buch (1), les roches les plus noires de la Fassa n'ont pas une densité qui soit supérieure à 2,750 : en outre ils renferment dans certains cas plus de pyroxène qui est quelquefois abondant et en gros cristaux ; leur composition minéralogique paraît aussi plus complexe, et j'ai observé de l'hypersthène et du mica sur quelques échantillons, comme on peut le voir par le tableau

(1) Annales de chimie, t. VI.

ci-dessous ; enfin, que leur couleur soit grise ou noire, ils renferment une quantité d'eau qui est à peine moitié de celle du mélaphyre des Vosges. Dans différents essais j'ai trouvé en effet pour la teneur en eau :

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
1,24	1,14	• 1,12	1,11	0,89	0,73

(1) Mélaphyre vert-noirâtre avec lamelles de labrador et pyroxène, du torrent de Canzacoli, vallée de la Fassa.

(2) Mélaphyre gris-verdâtre avec hypersthène, de Colmano.

(3) Mélaphyre gris-verdâtre très-semblable à (4), de Predazzo.

(4) Mélaphyre gris-verdâtre, échantillon dont le feldspath a été analysé (p. 258).

(5) Mélaphyre vert-grisâtre foncé, avec petits cristaux de labrador et de pyroxène; après calcination on y observe quelques paillettes de mica tombac; de Predazzo.

(6) Mélaphyre noir, avec cristaux blancs de labrador ayant 1 centimètre de longueur et avec hypersthène, du Val-de-Rif à Via-Nova-supra-la-Pausa, où il est en contact avec un calcaire saccharoïde secondaire.

On trouve du reste dans les mélaphyres du Tyrol les mêmes minéraux accidentels que dans le porphyre de Belfahy, et ces minéraux sont encore groupés de la même manière : ainsi, dans les descriptions qu'il a données de ces mélaphyres, M. de Buch a signalé près de Cazona, côté occidental du lac de Lugano, une variété contenant une si grande quantité d'épidote en aiguilles amoncelées que toute sa masse paraît être parsemée de points

verts (1), elle est par conséquent identique aux variétés des Vosges qu'on trouve à La Chapelle, etc.

L'étude des riches collections rapportées par M. Cordier, m'a permis de plus d'observer quelques cas particuliers remarquables. Ainsi, un échantillon de roche granitoïde de Predazzo, présente des cellules allongées avec de la chaux carbonatée et de la chlorite ferrugineuse : cette roche provient de l'altération d'un granite dans lequel l'élément dominant est de l'orthose rougeâtre, et qui a été traversé par le mélaphyre dont on voit encore un fragment ; d'autres fois le gneiss et le schiste micacé ont été également traversés (2). Sur d'autres échantillons provenant de la même localité, j'ai observé de la chlorite ferrugineuse entourant de la pyrite de fer, et aussi du quartz d'un rouge vif ressemblant à de la cornaline autour duquel se trouvait une couche très-mince de chlorite ferrugineuse.

Le mélaphyre du Tyrol renferme en outre un grand nombre de minéraux accidentels très-nettement cristallisés et qui sont bien connus de tous les minéralogistes ; je ne m'arrêterai pas à les faire connaître ici, je ferai remarquer seulement qu'on y trouve en particulier des zéolites, telles que la stilbite, l'apophyllite, la préhnite, etc., tandis que cette famille de minéraux ne se rencontre pas caractérisée d'une manière nette dans le porphyre de Belfahy ; cela établit par conséquent, entre les deux porphyres, une différence qui n'est pas moins

(1) De Buch. Annales des Sciences naturelles, t. X, p. 200.

(2) De Buch.

importante que celles qui ont déjà été signalées.

Il convient de remarquer du reste que le mélaphyre du Tyrol est accompagné de brèches, de même que celui des Vosges, et on pourrait citer un grand nombre de localités dans lesquelles elles sont très-développées, telles que Grantola, Cunnardo, Mesenzana, S.-Paulo, le lac de Ghirla, etc.

*Norwège.*

M. Brongniart a rapporté de son voyage en Norwège une collection nombreuse de porphyres dont les uns présentent les caractères à peu près ordinaires du mélaphyre, tandis que les autres s'en éloignent beaucoup plus et m'ont paru par cela même présenter de l'intérêt et devoir être examinés d'une manière spéciale.

L'échantillon de l'étude duquel je me suis principalement occupé et que j'ai analysé, provenait de Typholms' Udden, presque en face du cap d'Holmen, près de Christiania. Il forme un filon qui se trouve en contact avec un calcaire saccharoïde passant à un jaspe schistoïde dans lequel il y a des lits noduleux de calcaire compacte.

La pâte du porphyre de Typholms' Udden (*Pl. II, fig. 14*) diffère de tous les porphyres dont j'ai parlé jusqu'à présent, en ce qu'elle est d'un gris de fumée très-légèrement nuancé de brun-rougeâtre; de plus, elle contient de grands cristaux grisâtres d'une couleur plus claire que celle de la pâte, très-éclatants et qui ont quelquefois jusqu'à 4 ou 5 centimètres de longueur.

L'étude de ces cristaux m'a montré qu'ils sont

(1) De Buch. Annales des Sciences naturelles, t. XVIII, p. 259.

du labrador; mais indépendamment de leurs grandes dimensions, ils sont remarquables en ce qu'ils ne sont pas maclés comme presque tous les cristaux de labrador que nous avons étudiés, pour lesquels cela a lieu pour ainsi dire généralement; en outre, ils ne sont pas cristallisés non plus dans la forme  $oP. \infty \bar{P} \infty. \infty \bar{P} \infty$ , qui leur est habituelle dans les mélaphyres, mais elle s'obtient cependant immédiatement par le clivage.

Leur forme présente une espèce de coin allongé dont les sections par les plans de cassure sont le plus généralement des parallélogrammes ayant une longueur beaucoup plus grande que leur largeur; c'est toujours suivant les pinakoïdes des bases  $oP$  qu'on a le clivage le plus facile, et cela permet de placer de suite le cristal dont la cassure de la roche offre la section par un plan; on observe alors suivant  $oP$  des parallélogrammes allongés qui ne sont pas très-nettement formés, mais dont l'angle mesuré au rapporteur a été trouvé compris entre  $148$  et  $150^\circ$  (*Pl. II, fig. 7*); de plus, il m'a paru que la face  $\infty \bar{P} \infty$  correspondant au clivage qui devrait être chatoyant était dirigée suivant la diagonale  $yy'$  du parallélogramme et qu'elle était en outre à très-peu près perpendiculaire aux côtés  $AD$  et  $BC$ . Un parallélogramme tel que  $ABCD$  résulterait donc de deux faces  $AB$  et  $CD = \infty \bar{P} \infty$  et deux autres  $AD$  et  $BC$  à peu près perpendiculaires à  $\infty \bar{P} \infty$ . J'ai déterminé l'angle plan de la face  $oP$  en admettant les angles donnés pour le labrador par M. de Léonhard, et j'ai trouvé qu'il est de  $124^\circ 59'$ ; d'après les angles de M. H. Rose, ce même angle serait plus petit, mais il ne serait pas inférieur à

120° : en calculant de plus le rapport des longueurs interceptées sur le grand et sur le petit axe par AD et BC, j'ai trouvé que même en prenant les limites extrêmes, il est très-peu différent de 1 à 2 : un parallélogramme tel que ABCD résulte donc de la forme :

$$oP. \propto \bar{P} 2. \propto \bar{P} \infty.$$

On peut surtout observer cette forme dans la variété du porphyre dont la pâte est brune ou brun-rougeâtre qui est bien connue de tous les géologues et que le célèbre géologue M. L. de Buch a appelé *rhomben porphyr* ou *porphyre rhombique*; on voit du reste que cette désignation n'est pas exacte, et il me semble qu'il serait convenable de la supprimer, car la mesure directe des angles m'a toujours donné des parallélogrammes, et par cela même que le feldspath appartient au système triklinéoédrique, comment ces sections pourraient elles être des rhombes?

Dans le porphyre de Typholms' Udden, le plus généralement on observe une forme plus compliquée dont la section par oP présente un hexagone  $A\alpha\epsilon C\alpha'\epsilon'$  (Pl. II, fig. 8) à côtés parallèles 2 à 2: cet hexagone a quelquefois une forme bizarre et très-différente de celle de la figure: cela arrive, par exemple, lorsque l'un ou l'autre de ses côtés vient à diminuer ou à augmenter. J'ai constaté par la mesure des angles plans, que c'est le parallélogramme précédent dont les arêtes ont été modifiées par  $\alpha\epsilon$  et  $\alpha'\epsilon'$ : l'angle  $\beta'$  est à peu près de 120°, l'angle  $\alpha$  est de 86° à 90°; les lignes  $\alpha\epsilon$  et  $\alpha'\epsilon'$  sont donc aussi à peu près perpendiculaires à la grande diagonale, et en tous cas le rapport des grandeurs interceptées par les axes est à peu près de 1 à 2; par con-

séquent la forme cristalline correspondant à cette section est :

$$oP. \propto \bar{P} 2. \propto \bar{P} \infty. \propto \bar{P} 2.$$

D'après ce qui précède, le rapport des deux axes horizontaux serait à peu près de 2 à 1.

Suivant le troisième axe on peut observer des modifications analogues aux précédentes, qui donnent aux cristaux la forme de coins aplatis, mais je n'ai pu m'assurer si elles sont soumises à la même loi, car il est difficile d'obtenir parallèlement à cet axe un clivage très-facile qui permette une mesure approximative des angles, et j'avais du reste à ma disposition un trop petit nombre d'échantillons dudit porphyre; ce sont seulement les géologues de Norwège qui pourront se livrer à une étude plus complète à cet égard.

Au chalumeau le labrador de Typholms' Udden fond plus facilement que les autres labradors examinés jusqu'à présent, mais du reste ses propriétés avec les flux sont les mêmes.

Des analyses quantitatives m'ont donné en l'attaquant par le carbonate de soude et par l'acide fluorhydrique :

	I.	II.	III.	Moyenne.	Orygène.	Rap.
Silice. . . . .	55,65	55,75	•	55,70		28,64 6
Alumine. . . . .	25,47	24,08	25,23	25,23	11,79	} 12,31 3
Peroxyde de fer. . . . .	1,71	1,71	•	1,71	0,52	
Chaux. . . . .	•	5,01	•	4,94	1,39	} 4,27 1
Magnésie. . . . .	•	0,72	•	0,72	0,28	
Soude. . . . .	•	•	7,04	7,04	1,80	
Potasse. . . . .	•	•	2,53	2,53	0,60	
Eau. . . . .	•	0,77	•	0,771/3	0,62	
				99,64		

Quoique ces analyses aient été exécutées avec

tout le soin possible, elles ne conduisent pas très-exactement à la formule du labrador, et il est remarquable que ce feldspath contienne une aussi grande proportion de silice; j'ai cependant constaté d'une manière spéciale et par deux attaques au carbonate de soude l'exactitude du nombre qui donne la silice.

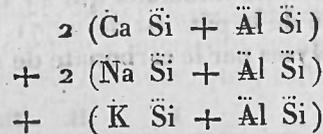
Il faut observer du reste que dans plusieurs analyses de labrador faites par Klaproth, Dulk et Segeth, on a obtenu pour la silice des nombres supérieurs à ceux qui résulteraient de la formule théorique adoptée par M. Berzélius; dans les analyses des labradors de mélaphyres que j'ai faites antérieurement, j'ai presque toujours eu aussi un excès de silice, et il y en a d'autant plus que la pâte est plus riche en silice; il paraîtrait donc, ainsi que je l'ai déjà dit antérieurement, qu'il peut y avoir de la silice de *crystallisation*: il n'est pas surprenant du reste que cela ait lieu pour le porphyre de Typholms' Udden, qui est certainement une des roches les plus riches en silice parmi celles qui contiennent des cristaux de labrador.

Il importe de remarquer aussi que le feldspath analysé est loin d'être pur; on y voyait d'abord quelques veinules du silicate complexe d'une couleur brun-rougeâtre qui forme la pâte; il renfermait aussi presque autant d'amphibole noire que le reste de la roche, ce qui lui donnait une teinte grise, car les parties pures sont blanches et translucides; c'est même sans doute la présence de cette amphibole qui rend la teneur en fer aussi grande. A cause de l'impureté de ce feldspath, je ne pense donc pas qu'on puisse adopter les rapports d'oxygène  $\div 7 : 3 : 1$ , ainsi que l'ont proposé quelques minéralogistes; et comme il est démontré par

l'étude cristallographique que ce feldspath est du labrador, j'admettrai que ces rapports sont  $\div 6 : 3 : 1$ , quoique cela ne soit pas parfaitement d'accord avec les résultats bruts de l'analyse.

Ce labrador de Typholms' Udden contient une quantité d'eau assez faible et qui est à peu près égale à celle du labrador du Tyrol; or, lorsque ces feldspaths ne sont pas mélangés de substances étrangères, ils sont presque incolores; au contraire, le feldspath de Belfahy et celui du porphyre vert antique ont une couleur verdâtre; il paraît donc que cette couleur verdâtre dans les feldspaths doit être attribuée à la présence de l'oxyde de fer, ainsi qu'à celle d'une certaine quantité d'eau de combinaison jouant le rôle de base et qui est égale ou supérieure à 2 p. o/o.

Le labrador de Typholms' Udden est remarquable par sa grande teneur en alcali et il se laisse à peu près représenter par la formule théorique



Le calcul de cette formule donne en effet :

	Atomes.	Poids atomique.	
Silice. . . . .	10	577,48	52,64
Alumine. . . . .	5	642,33	29,28
Chaux. . . . .	2	356,02	5,58
Soude. . . . .	2	390,90	7,13
Potasse. . . . .	1	589,92	5,37
			100,00

J'ai fait également un essai de la pâte dans laquelle se trouvent les cristaux de labrador dont je viens de faire connaître la composition. En l'exa-

minant à la loupe, on voit qu'elle est principalement formée de labrador, dont on distingue les petits cristaux mâclés qui s'entre-croisent en tous sens. Il y a aussi un silicate à base de fer, noirâtre et brillant, qui contribue à donner à la roche sa couleur grise, et que MM. Cordier, de Buch et Keilhau regardent comme de l'amphibole (1). De plus on observe des parties feldspathiques brun-rougeâtre, qui forment une espèce de pâte confusément cristalline, et qui se trouvent également dans l'intérieur des cristaux de labrador. Enfin il y a encore du fer oxydulé dont la présence se constate facilement en promenant un barreau aimanté dans la roche pulvérisée. Du reste on peut quelquefois le reconnaître en octaèdres microscopiques : c'est seulement par une étude faite sur les lieux, et dans laquelle on suivrait la roche dans toutes ses dégradations, qu'il serait possible de décider d'une manière certaine quelle est la nature de tous les minéraux qui s'y trouvent.

La densité de la pâte est de 2,771.

Deux analyses par le carbonate de soude m'ont donné :

	I.	II.	Moyenne.	Oxyg.
Silice. . . . .	55,25	55,33	55,29	28,73
Alumine. . . . .	18,61	18,94	18,78	8,77
Protoxyde de fer. . .	9,46	9,46	9,46	"
Chaux. . . . .	3,05	3,24	3,14	"
Magnésie. . . . .	3,48	3,48	3,48	"
Soude et potasse (diff.).	8,98	8,38	8,38	"
Eau. . . . .	1,17	1,17	1,17	"
	100,00	100,00	100,00	

(1) Cordier. Classification des roches du Jardin du Roi. Ce porphyre est rangé au porphyre syénitique. — De

La potasse et la soude n'ont été dosées que par différence.

On voit que la richesse en fer de cette pâte est à peu près égale à celle des roches examinées antérieurement ; mais pour les variétés brun-rouge qui sont décrites plus loin, elle est incomparablement beaucoup moindre.

D'après les idées généralement reçues sur la répartition des substances qui entrent dans la composition des roches, on admet que la chaux se trouve principalement dans la pâte en combinaison avec le silicate de fer ; cependant, dans toutes les analyses de pâtes de mélaphyres qui ont été faites antérieurement, j'ai obtenu des quantités de chaux toujours un peu inférieures ou à peu près égales à ce qu'il y avait dans le feldspath. Pour le porphyre de Typholms' Udden, qui peut être considéré comme une *limite* des mélaphyres, la différence est notable, car elle est de 1,99 p. o/o. Il paraît donc que la pâte des mélaphyres renferme une quantité de chaux inférieure ou au plus égale à celle du feldspath labrador, qui y forme des cristaux isolés.

Il importe de remarquer enfin que ce porphyre de Typholms' Udden contient autant de silice que son feldspath labrador, puisqu'il en a 55,29. L'excès de silice de la pâte, sur la quantité nécessaire à la formule du labrador, paraît donc être assez considérable, et cette roche est assurément une des plus riches en silice qu'on puisse citer parmi celles dont la pâte est en partie formée de labrador et qui en renferment des cristaux.

Buch. Voyage en Scandinavie, 1806 à 1808. — Keilhau Terrain de transition des environs de Christiania.

L'examen de quelques collections de roches rapportées de Norwège m'a fait voir plusieurs variétés de porphyre ayant toujours pour base du labrador, mais qui diffèrent assez notablement de celui qui vient d'être étudié. Quoiqu'il soit très-difficile de les distinguer d'une manière absolue, à cause de leurs caractères communs et des passages qu'elles présentent les unes aux autres, je vais essayer de les énumérer sommairement, en donnant leur définition minéralogique, et en observant que c'est seulement sur les lieux qu'une classification complète peut être faite.

J'ai déjà cité la variété du porphyre brun ou brun-rougeâtre, laquelle est remarquable par une très-grande abondance de cristaux de labrador, qui sont d'une couleur plus pâle que la pâte sur laquelle ils ressortent d'une manière très-nette. Leur forme a été décrite antérieurement et, suivant oP, ils présentent des parallélogrammes très-allongés (1). Ce porphyre diffère de celui examiné précédemment en ce que la pâte n'est plus magnétique, et a perdu sa teinte grise due au mélange intime des cristaux d'amphibole; cependant, d'après MM. Cordier (2), de Buch (3) et Keilhau (4), il en renferme encore. On le trouve à Sunderwold, au Nord de Christiania, sur le bord du Turjfiord, et aussi à Typholms' Udden, à Holmestrand, à Crogskoven, etc.

On a aussi un porphyre à pâte violacée ou rouge

(1) C'est le *rhomben porphyr* le mieux caractérisé de M. de Buch, ou le *porphyre brun-rouge* de M. Brongniart.

(2) Cordier. Classification des roches.

(3) Voyage en Scandinavie.

(4) Mémoire sur le terrain de transition de Christiania.

de chair, dans laquelle les cristaux de feldspath précédents sont plus petits, mal définis et d'un jaune cireux; ils présentent la macle caractéristique du labrador, ce qui n'avait pas lieu dans les variétés précédentes que j'ai examinées; en outre ils sont extrêmement minces dans la direction

perpendiculaire à la face  $\infty \bar{P} \infty$ : on conçoit alors que la cassure offrira en général des parallélogrammes, et suivant oP des aiguilles striées très-allongées. C'est cette dernière propriété qui a valu à ce porphyre le nom de *nadeln-porphyr*, qui lui a été donné par M. de Buch. Du reste, dans son Mémoire sur la géologie de la Norwège, M. Keilhau a réuni ce porphyre et le précédent dans un même groupe. Quelquefois, ainsi que me l'a fait observer M. Durocher, sur des échantillons venant d'Holmestrand, on y trouve de plus du pyroxène augite en cristaux, assez gros, d'un vert-bouteille foncé, et dans certaines variétés à pâte violacée le pyroxène peut même devenir très-abondant (1).

Enfin il y a en outre des porphyres grenus d'une couleur vert foncé, ou verdâtres et noirâtres (2), à base de labrador qui s'y présente en cristaux macclés comme à l'ordinaire: quelques-uns ressemblent beaucoup à des variétés des Vosges que j'ai décrites antérieurement, et ce sont alors de véritables mélaphyres bien caractérisés. On les observe, par exemple, à Bœrum, au Nord de Christiania, à l'île Malmoën, etc.; et quoiqu'ils soient comme les porphyres précédents à base de labrador, M. A. Brongniart a constaté qu'ils sont plus modernes, puisqu'ils y forment des filons.

(1) Porphyre augitique de M. Keilhau.

(2) Trapps de M. Brongniart et de M. Keilhau.

J'ai déterminé la teneur en eau de quelques-uns de ces porphyres et j'ai trouvé :

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1,17	1,64	1,72	1,77	2,05

(1) Porphyre de Typholms' Udden qui a été analysé.

(2) Cristaux de labrador d'un jaune-rougeâtre clair, présentant des parallélogrammes allongés dans le porphyre.

(3) Porphyre à pâte violacée avec labrador mâclé, très-riche en augite vert-bouteille noirâtre; d'Holmestrand.

(4) Porphyre à pâte brun-rougeâtre et à grands cristaux plus pâles de labrador non mâclés ( rhomben porphyr); de Sunderwold.

(5) Porphyre à pâte violacée avec labrador en lamelles mâclées, contenant quelques cristaux d'un jaune cireux et de l'augite vert-noirâtre (nadeln porphyr); d'Holmestrand.

Par la calcination tous ces porphyres prennent une couleur plus pâle, rougeâtre ou grisâtre, et, ainsi que cela a lieu généralement pour les roches, on distingue beaucoup mieux les différents minéraux qui les composent. Du reste, contrairement à ce qui a déjà été observé antérieurement pour les mélaphyres, la quantité d'eau paraît être plus grande dans la pâte du porphyre que dans les cristaux de feldspath qu'il contient.

D'après ce qui précède, on voit que la plupart de ces porphyres de Norwège ne présentent qu'une ressemblance assez éloignée avec ceux de l'étude desquels je me suis occupé antérieurement; cependant il faut observer que la base de tous ces por-

phyres est le feldspath *labrador*, et que de plus on y retrouve tous les minéraux caractéristiques et accessoires du mélaphyre, même dans ceux qui s'en éloignent le plus. Ainsi, d'après MM. de Buch, Keilhau et Durocher, il y a de l'*augite*; de plus on y rencontre très-fréquemment de la *pyrite de fer* disséminée.

M. de Buch (1) y signale aussi la présence de l'*épidote*, qui imprègne très-souvent la roche et colore le feldspath en vert. MM. Cordier, Brongniart et Daubrée (2) y ont observé du *quartz* en amygdaloïdes arrondies, même dans les variétés brun rougeâtre de Sunderwold, à cristaux de labrador non mâclés, et j'y ai observé moi-même de petits cristaux très-nets de quartz hyalin tapisant des druses. Du reste, d'après la grande teneur en silice de la pâte, il n'est pas étonnant qu'il y ait fréquemment du quartz et de l'*épidote*. Elle renferme aussi de la chaux carbonatée amygdaloïde, d'après les géologues précédemment cités, et j'en ai vu moi-même sur quelques échantillons d'Holmestrand, où elle était entourée d'une couche verte concentrique, qui me semble devoir être rapportée à la *chlorite ferrugineuse*; enfin il y a aussi du *fer oxydulé* (3).

D'après M. Keilhau, ces porphyres sont en outre accompagnés de brèches à fragments anguleux ou arrondis, d'inégale grosseur, qui sont formées par les variétés précédentes de porphyres, ainsi que

(1) Voir aussi Keilhau et le Cours de M. Cordier au Jardin du Roi.

(2) Daubrée. Notes de MM. Cordier, Keilhau, Brongniart, Rocher. Dict. d'hist. nat.

(3) De Buch, Cordier, Keilhau, etc.

par leurs amygdaloïdes sans aucun mélange de roches étrangères : ces brèches s'observent aux environs d'Holmestrand à l'île Revlingen, près de Moss, et au lac d'Alun, au-dessus de Christiania.

Cependant quoiqu'il y ait de l'analogie entre ces porphyres de Norwège et ceux que nous avons étudiés, il faut observer que si pour certaines variétés, il y a des différences très-notables accusées, non-seulement par la couleur de la roche, mais encore par la composition et par la forme cristalline du feldspath; pour d'autres, au contraire, il y a une grande ressemblance avec quelques méla-phyres des Vosges. Quelles sont les relations qui existent entre l'âge et le gisement de ces variétés du porphyre de Norwège à base de labrador? C'est une question qui ne saurait être résolue que par une étude suivie faite sur les lieux, et pour laquelle je ne puis que renvoyer aux mémoires spéciaux publiés sur la géologie de la Norwège.

#### Oural.

Le porphyre pyroxénique, qui est si développé dans toute la chaîne de l'Oural, et celui de Belfahy présentent encore la plus grande analogie, et quoique je n'aie pas eu l'occasion de voir aucune des variétés de ce porphyre rapportées par M. G. Rose, les descriptions qu'il en donne sont si précises qu'elles suffisent pour établir de nombreux points de rapprochement entre ce porphyre et celui des Vosges.

Les minéraux qui composent ce porphyre et les minéraux accessoires qui l'accompagnent sont les mêmes; le feldspath est du *labrador*; le porphyre

d'Ajatskaja (1), de Tscharysch, de Kuschwinsk, etc., ressemble complètement au porphyre de Belfahy que nous avons choisi comme type; dans certaines variétés on a du *pyroxène* et de l'*ouralite*.

A Katschkanar, à Blagodot, il renferme du *fer oxydulé* qui y forme des amas puissants.

M. G. Rose (2) a déterminé la densité de plusieurs variétés du porphyre pyroxénique de l'Oural et il a trouvé, pour le porphyre avec ouralite de Miask — 3,100; de Cavillinskj — 3,030; de Mastowaja — 2,993; du fleuve Tscharysch — 2,878.

Ce dernier porphyre renferme du quartz et de la pyrite de fer.

Si on compare ces nombres avec ceux que j'ai obtenus, on voit que le porphyre avec ouralite a une densité qui est notablement plus grande que celle du porphyre de Belfahy, mais que ce dernier a une densité qui est à peu près égale à celle du porphyre de Tscharysch, duquel il paraît du reste se rapprocher beaucoup, d'après la description qu'en donne M. Rose.

Enfin, dans diverses localités de l'Altaï, on trouve répandus accidentellement et formant des amygdaloïdes, le *quartz*, l'*épidote*, la *chaux carbonatée* et la *chlorite ferrugineuse*; il me semble en effet que sa présence résulte de la description que donne Archipoff d'un mandelstein de Blagodot (3) et elle me paraît avoir été désignée à

(1) Reise nach Ural.

(2) Reise nach Ural, t. I, p. 245. Voir les notes au bas de la page.

(3) *Idem*, t. I, p. 367.

plusieurs reprises par M. G. Rose sous le nom de *talc* et de substance *stéatiteuse vert-noirâtre*.

Enfin, pour compléter la ressemblance entre le porphyre de Belfahy et les porphyres pyroxéniques de l'Oural étudiés par M. G. Rose, il faut observer qu'ils passent au spilite, et que près de Kuschwinsk, ainsi que sur les bords de la Tura, ils sont accompagnés de brèches et de conglomérats.

### *Égypte.*

Lefebvre, envoyé en Égypte par l'administration du Jardin-du-Roi et qu'une mort malheureuse est venue arrêter dans son voyage, a recueilli dans les diverses portions de l'Égypte qu'il a parcourues des collections très-complètes et très-riches, dont l'étude m'a présenté le plus haut intérêt à cause des nombreux échantillons de mélaphyre qu'elles renferment.

Cette roche paraît être très-développée sur la route de Kené à Koseïr et dans les monts El Guettar et Doukane: la collection de Lefebvre offre à peu près toutes les variétés des Vosges. On observe les cristaux de labrador mâclés et accolés comme nous l'avons décrit antérieurement, mais, en général, les cristaux de labrador ne sont pas nettement séparés de la pâte, dont la couleur varie ordinairement du vert au violet. Un échantillon, de la montagne de Doukane, m'a paru renfermer de l'amphibole fibreuse surmontée par le biseau correspondant à la forme du pyroxène, c'est-à-dire de l'ouralite.

A 28 heures de Koseïr et au commencement de la vallée El Kelèche, se trouve une variété qui

ne ressemble à aucun des mélaphyres que j'ai eu l'occasion d'observer jusqu'ici; sa pâte est d'un noir très-foncé, comme celle de certains basaltes ou d'un pechstein; elle contient des cristaux très-nombreux de labrador mâclés, ayant plusieurs centimètres de longueur sur environ 1/2 centimètre de largeur, et qui sont eux-mêmes colorés en noir foncé par la matière qui forme la pâte; on y observe, de plus, quelques cristaux de pyroxène; ce porphyre, qui est remarquable par sa belle structure porphyroïde, pourrait en quelque sorte, sous le rapport de ses propriétés physiques, être considéré comme une des roches qui forment la transition du mélaphyre au basalte, et Lefebvre lui donne le nom de *porphyre basaltoïde*.

Plusieurs variétés du mélaphyre d'Égypte sont à pâte grenue, d'autres ont des cavités qui les font passer au spilite, et elles ressemblent d'une manière remarquable à celui des Vosges; les cavités sont souvent remplies par de la chaux carbonatée, blanche, spathique. Quant aux amygdaloïdes, elles sont toujours formées de *quartz*, d'*épidote*, de *chaux carbonatée* et de *chlorite ferrugineuse*, ces minéraux étant groupés deux à deux ou de toute autre manière et disposés suivant des lignes concentriques qui se succèdent dans le même ordre que dans le porphyre des Vosges. Au sommet de la montagne de Doukane on trouve des amygdaloïdes de quartz hyalin qui atteignent quelquefois la grosseur du poing.

De même que dans les Vosges, tous ces mélaphyres prennent, par l'altération à l'air, une teinte brune indiquant qu'ils renferment en combinaison une certaine quantité de manganèse.

La présence de brèches sur la route de Kené à

Koseïr et au Sud-Est de la montagne de Doukane, vient compléter la ressemblance des deux porphyres; cette brèche est surtout remarquable par la grande variété de ses couleurs: elle renferme des fragments de granit syénitique rouge et le mélaphyre traverse fréquemment cette dernière roche avec laquelle elle présente quelquefois une séparation bien tranchée, et qui ressort d'autant mieux que la couleur foncée du mélaphyre forme contraste avec le rouge du granit syénitique; c'est ce qu'on peut observer dans les montagnes d'El Guesir qui sont la continuation de celles de l'île de Séphage et sur le bord de la route de Koseïr à Suez; dans cette dernière localité il paraît que le mélaphyre présente des filons de 5 à 6 mètres de puissance, qui se continuent pendant plus de trois quarts d'heure; dans la montagne de Doukane les filons ont jusqu'à 30 et 40 mètres.

D'après Lefebvre, tous ces mélaphyres forment des collines isolées ou sont à la base de montagnes à pic dans lesquelles ils disparaissent sous des grès qui sont recouverts eux-mêmes par des calcaires.

#### Arabie.

De Rozières (1), un des ingénieurs attachés à l'expédition d'Égypte a signalé dans la vallée de Pharan, à deux journées au Nord de Tor, une roche très-voisine du porphyre vert antique (2) qui contient du pyroxène et dans laquelle les cristaux de feldspath sont seulement plus petits, il

(1) Expédition d'Égypte. De la constitution physique de l'Égypte, V<sup>e</sup> partie, de Rozières.

(2) De Rozières pensait même que les carrières dans

l'appelle *chlorophyre*: elle ne permet pas de douter de l'existence du mélaphyre et de ses variétés dans toute cette partie de l'Arabie, ainsi que l'on peut s'en convaincre en examinant les peintures qui accompagnent ces descriptions, que l'état de la science à cette époque rend quelquefois un peu vagues. Il me semble même que les roches qu'il désigne sous le nom d'*iophyre* et de *tétraphyre* ne sont que des variétés de mélaphyre différent seulement par la couleur; le tétraphyre, par exemple, a une structure pseudo-régulière et me paraît simplement coloré en vert pistache par de l'épidote. Ces roches se trouvent du reste au Sud du mont Sinaï dans la principale vallée habitée par les Arabes Mahazeh.

#### Contrées diverses.

L'examen d'un grand nombre de collections géologiques m'a fait rencontrer diverses roches qui présentent beaucoup d'analogie avec le porphyre de Belfahy; ces roches sont décrites dans des mémoires spéciaux auxquels je dois renvoyer pour une étude plus détaillée. Je ferai remarquer seulement que le feldspath labrador n'y est pas toujours nettement séparé et en gros cristaux comme cela a lieu pour le porphyre de Belfahy choisi pour type; il y en a même qui paraissent former un passage du mélaphyre au basalte et qui par leur aspect se rapprochent beaucoup de ce dernier; mais cependant il m'a semblé qu'elles

lesquelles on exploitait autrefois le porphyre vert antique, devaient être dans les environs; mais jusqu'à présent elles ne paraissent avoir été retrouvées qu'en Grèce.

peuvent toutes être considérées comme des variétés ou des dégradations de la roche des Vosges. Les contrées dans lesquelles ces roches ont été observées sont : les environs d'Edinburgh en Écosse, Lamberg près de Dublin, Tabago, Hirschberg (1) dans la Hesse-Electorale, Rampas en Corse, la Thuringe (2), Elbingerode et Ilefeld au Hartz, la vallée de la Nahe aux environs de Kirn et de Wadern, ainsi que plusieurs points du Palatinat et de la Bavière rhénane, Belting (3) près de Sarrebruck, Gottesberg dans la Silésie, Boston aux États-Unis; enfin la Saxe où MM. Naumann et Cotta (4) signalent un mélaphyre grenu d'un gris noir éclatant qui forme un filon ayant environ 0<sup>m</sup>,33 de puissance dans le granite de Niderspaar, près de Meissen.

Je n'ai pas l'intention de généraliser, quant à présent, les résultats des observations qui ont été faites dans la première partie de ce mémoire sur la constitution minéralogique et chimique des divers mélaphyres; cette généralisation serait du reste facile, et il est évident qu'elle résulte immédiatement de ce qui a été établi relativement à chacune de ces roches en particulier; mais avant

(1) Cette désignation de localité est faite d'après une étiquette du Jardin du Roi. L'échantillon contient de grands cristaux de labrador, de la pyrite de fer et de la chaux carbonatée.

(2) Voir les excellents mémoires publiés sur les mélaphyres de Thuringerwald par MM. Credner et Cotta.

(3) Je dois la communication des échantillons de cette localité à l'obligeance de M. Pomel.

(4) Naumann et Cotta. V<sup>e</sup> volume de la Description géologique de la Saxe, p. 401.

d'aller plus loin, je ferai observer cependant que quelques-uns des faits constatés antérieurement acquièrent de l'importance à cause des rapprochements qu'ils permettent d'établir entre les *mélaphyres*, les *basaltes* et même les laves modernes.

En effet, la base de ces deux roches est la même, c'est le feldspath *labrador*; elles contiennent en outre des minéraux communs, qui sont le *pyroxène* et le *fer oxydulé*; de plus toutes deux renferment de l'eau. Les différences qu'elles offrent tiennent surtout à la proportion plus ou moins grande des bases dans le labrador constituant; ainsi, on peut remarquer que la potasse, la soude et l'eau entrent en proportion notable dans le labrador des mélaphyres proprement dits, tandis que ces bases diminuent ou même disparaissent complètement quand la roche se rapproche des dolérites, des basaltes et des laves modernes; elles sont alors remplacées par de la chaux qui devient la base dominante.

On est donc assez naturellement porté à croire qu'il peut y avoir une série de roches intermédiaires formant, tant sous le rapport de la composition chimique et minéralogique que sous le rapport de l'âge, un passage en quelque sorte insensible entre le mélaphyre et le basalte; c'est ce que des études plus complètes de minéralogie chimique pourront permettre de vérifier par la suite, mais en tous cas, à cause de l'analogie minéralogique et chimique que présentent ces deux roches, il est bien probable que le labrador du basalte et de la dolérite contient lui-même un peu d'eau de combinaison, ainsi que cela a lieu pour les mélaphyres. De plus, quoiqu'il y ait des zéolites dans les basaltes, est-il bien certain, comme on l'admet gé-

néralement, que ces zéolites entrent toujours dans la composition même de ce qu'il convient d'appeler la pâte de la roche? Il me semble probable, au contraire, d'après ce qui a été démontré relativement au mélaphyre, que ces zéolites se trouvent surtout dans les amygdaloïdes et dans les cellules nombreuses qui pénètrent la pâte en tous sens et qui sont tantôt visibles, tantôt au contraire microscopiques et invisibles.

(La suite prochainement.)

## MÉMOIRE

### *Sur la constitution minéralogique et chimique des roches des Vosges;*

Par M. DELESSE, ingénieur des mines.

(SUITE.)

#### *Porphyre de Ternuay.*

La roche que je vais décrire n'a généralement pas été distinguée par les géologues qui se sont occupés de l'étude des Vosges; la plupart l'ont considérée comme une variété du porphyre de Belfahy, ce qui paraissait assez naturel au premier abord à cause de la présence du pyroxène, d'autres l'ont décrite comme un porphyre de transition ou même comme une diorite: M. Cordier cependant a senti la nécessité de lui donner un nom particulier et dans sa classification générale des roches, il la désigne sous le nom d'*ophitone*.

Elle a une structure porphyrique bien caractérisée dans la variété que je choisis pour type, mais de même que cela a lieu en général pour les roches de porphyre, elle la perd lorsqu'elle se dégrade, c'est-à-dire lorsqu'elle passe au spilite ou au porphyre brèche.

Le *porphyre de Ternuay* (fig. 15 et 16, Pl. II) est très-développé sur la route de Ternuay à Belonchamp et on l'observe aussi près de l'ancienne scierie du Raddon au pied du mont de Vanne, dans la Fresse, dans tous les environs de Mélisey où il présente une multitude de petites éminences arrondies formant des îlots au milieu du terrain erratique, à Rovillers-Haut, dans la vallée de Saint-

Bresson, à l'extrémité gauche de l'étang de Chagey, etc.

feldspath.

Le feldspath qui forme la base de ce porphyre, a toujours une couleur *verdâtre* d'un effet très-agréable à l'œil et qui peut passer à un beau vert clair; ce vert a même quelquefois une légère teinte bleuâtre. Il est caractérisé par un éclat gras particulier qui est plus prononcé que dans les autres feldspaths.

Il s'altère par l'action atmosphérique et il prend une couleur rouge vil, il donne ensuite un kaolin jaunâtre, puis blanc, mais cette altération est très-légère et seulement superficielle, ainsi que je l'ai déjà fait observer pour le labrador du porphyre de Belfahy. Il est remarquable que les feldspaths qui résistent à la kaolinisation soient les feldspaths les plus pauvres en silice, et ceux qui se laissent attaquer par les acides, tandis que l'orthose, l'albite, l'andésite, etc., qui sont riches en silice et qui ne sont que peu ou point attaqués par les acides se kaolinisent au contraire facilement; à priori cependant on serait plutôt tenté de croire que c'est l'inverse qui doit avoir lieu: mais il importe d'observer que toutes les circonstances ne sont pas à beaucoup près égales, et que le temps est un élément nécessaire et même du premier ordre pour la solution de la question; par conséquent pour comparer avec une entière certitude la résistance des feldspaths à la décomposition, il faudrait pouvoir tenir compte du temps depuis lequel chacun d'eux est soumis à l'action décomposante et avoir égard à la différence d'âge relative tant des roches à base d'orthose, d'albite, etc., que des roches à base de labrador, d'anorthite, etc.

La densité de ce feldspath est égale à. 2,771

Densité

Elle est considérable et un peu supérieure à celle de l'anorthite, mais quoiqu'elle soit plus grande que celle des autres feldspaths et du labrador en général, elle est moindre cependant que celle de la variété de ce dernier qui forme la base du *porphyre vert antique*.

Par la calcination, la densité diminue ainsi que cela a déjà été constaté pour le labrador et pour l'andésite, elle devient. . . . = 2,709.

On a donc perte. . . . = 2,24 p. o/o.

Quoique ce feldspath ait toujours une structure cristalline, il est assez rare d'en observer des cristaux bien définis; cela arrive cependant quelquefois et la cassure sous le marteau indique qu'ils ont alors une forme prismatique hexagonale analogue à celle de certains cristaux d'albite; leur dimension est de 1 ou au plus de 2 centimètres, dans quelques cas rares il y en a qui ont jusqu'à 5 centimètres. Quoi qu'il en soit on observe presque toujours des stries parallèles extrêmement fines qui démontrent que ce feldspath est mâclé de la même manière que l'albite ou que le labrador, et qu'il appartient par conséquent au dernier système cristallin; mais à cause de l'éclat gras du feldspath, cette macle dont les stries sont toujours très-fines ne se distingue pas très-aisément.

Forme.

On observe un clivage assez facile parallèlement au plan des stries, et on sait que c'est aussi le plan du clivage le plus facile dans les deux feldspaths ci-dessus mentionnés; on a en outre un deuxième clivage perpendiculairement à l'axe de rotation de la macle; mais dans les autres directions la cassure est grasse et esquilleuse. Du reste, la facilité du clivage est d'autant plus grande, que la

roche a un grain plus gros et le feldspath une teinte plus pâle.

Les cristaux mâclés sont réunis de manière à former un cristal simple comme cela a lieu pour l'albite de Carlsbad, et ils ne sont jamais groupés en étoiles ou en bandes parallèles comme le labrador de Belfahy.

Quelquefois le feldspath forme dans le porphyre de petits filons ayant un centimètre ou une largeur plus grande; mais alors il est souvent accompagné d'autres minéraux dont il sera parlé plus loin.

Chalumeau. Au chalumeau, il fond avec bouillonnement, et il donne un verre blanc et bulleux; sa fusibilité est égale ou un peu supérieure à celle du labrador.

Dans le tube fermé, il donne de l'eau, et il prend une couleur rougeâtre due à l'oxyde de fer.

Avec le borax, il se dissout, et on a une perle transparente.

Avec le sel de phosphore, dissolution difficile, mais qui peut cependant être complète.

Avec le carbonate de soude, des squelettes gonflés restent dans la perle sans pouvoir être dissous; sur la feuille de platine, réaction marquée indiquant la présence du manganèse.

Avec le nitrate de cobalt, rien.

Analyse.

Réduit en poudre fine, il se laisse immédiatement attaquer par l'acide hydrochlorique, et avec plus de facilité que cela n'a lieu pour le feldspath labrador; il se gonfle et il prend quelquefois une couleur *bleu de ciel*, lorsque l'acide a dissous environ le tiers de son poids. Pour la décomposition complète, il est nécessaire qu'il soit en poudre extrêmement tenue, et qu'il n'ait pas été préalablement calciné;

cependant cette décomposition est possible, surtout quand on emploie l'acide sulfurique: toutefois il est moins long d'avoir recours au carbonate de soude et à l'acide fluorhydrique.

J'ai fait l'analyse complète de cristaux extraits d'un bloc erratique de Haut-Rovillers, ayant la structure porphyrique bien développée, et un essai de parties feldspathiques cristallines provenant du porphyre de Ternuay. Dans l'analyse, afin de séparer complètement l'alumine de la magnésie, j'ai employé le carbonate de baryte; mais pour l'essai, je me suis contenté de précipiter l'alumine par l'ammoniaque.

	Ternuay.		Haut-Rovillers.		Oxygène.	Rapp
	1. carb. des.	Carb. de s.	Carb. pot.	Ac. fluor. Moy.		
Silice . . . . .	48,83	49,01	49,64	» 49,32	25,621	5
Alumine. . . . .	32,00		30,07	» 30,07	14,043	} 14,258 3
Peroxyde de fer. 1,50			0,70	» 0,70	0,215	
Protox. de mang. »			0,60	» 0,60	0,134	} 5,135 1
Chaux. . . . .	4,61		4,25	» 4,25	1,194	
Magnésie (1) . . . . .	»		1,72	2,20	1,96	
Soude. . . . .	»		»	4,85	4,85	1,240
Potasse. . . . .	»		»	4,45	4,45	0,754
Eau. . . . .	»		»	3,15	3,15	2,800
					99,35	

Une perte de plusieurs centièmes, obtenue constamment dans ces analyses, m'a conduit à penser que le feldspath pouvait contenir de l'eau; j'ai reconnu en effet qu'il en renferme une proportion très-notable, et que cette eau est bien *de l'eau de combinaison*. Si on rapproche ce fait d'autres du même genre que j'ai déjà signalés, on devra en conclure que, malgré sa volatilité, l'eau peut jouer le rôle de base dans les feldspaths de roches auxquelles on attribue généralement une

(1) J'ai pris pour poids atomique de la magnésie le nouveau nombre donné par M. Schéerer = 251,33.

origine ignée; et quoique cela paraisse paradoxal au premier abord, il est possible cependant de s'en rendre compte en faisant intervenir une pression suffisante, et en observant qu'en réalité ce fait n'est pas beaucoup plus extraordinaire que la présence de la potasse ou de la soude dans ces mêmes feldspaths; car les hydrates de ces bases sont aussi volatils, même à une température inférieure à celle qui a dû amener des roches à l'état fluide.

Quand l'eau entre en combinaison dans un feldspath, elle lui donne certaines propriétés caractéristiques sur lesquelles je crois devoir insister, et qu'il est surtout facile de constater dans le labrador du porphyre vert antique, ainsi que dans le feldspath que nous étudions en ce moment.

D'abord il a un éclat gras et une cassure cireuse; sa densité est plus considérable que celle des variétés du même feldspath, qui ne renferment pas d'eau; de plus, il a ordinairement une couleur verdâtre qu'on n'observe, il est vrai, que quand il contient de l'oxyde de fer et aussi de l'oxyde de manganèse, mais qui est cependant d'autant plus belle et plus riche qu'il y a plus d'eau de combinaison.

Il importe de remarquer que les feldspaths du dernier système cristallin, tel que celui qui vient d'être analysé, l'anorthite, le labrador, l'andésite, l'oligoclase, l'albite, sont tous cristallisés de la même manière et sous les mêmes angles; ils présentent seulement quelques différences dans la facilité de leurs clivages; par conséquent ils sont *isomorphes*. Les minéraux isomorphes se laissant représenter par une même formule chimique, tout porte à croire qu'il doit en être de même pour ces feldspaths; jusqu'à présent, cependant, les

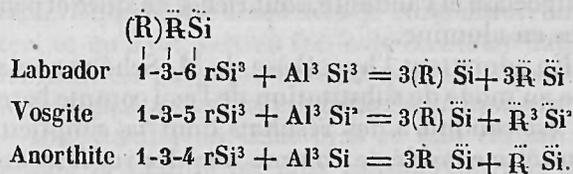
lois de la substitution des bases *isomorphes polymères* ne sont pas assez connues pour qu'il soit possible de le faire; on peut remarquer seulement que les quantités de silice nécessaires pour saturer les bases d'un feldspath varient avec la puissance de ces bases: ainsi les feldspaths dont les bases sont faibles comme l'anorthite qui est à base de chaux, le feldspath qui vient d'être analysé, et le labrador, sont pauvres en silice et riches en alumine; au contraire, les feldspaths dont les bases sont puissantes comme l'albite à base de soude, l'oligoclase et l'andésite, sont riches en silice et pauvres en alumine.

En admettant l'hypothèse de M. Schéerer relative au mode de substitution de l'eau comme base, on est conduit à des résultats dont la simplicité peut être considérée comme une des vérifications remarquables de cette hypothèse: les analyses qui précèdent montrent en effet que les rapports d'oxygène sont à très-peu près entre eux comme les nombres  $\frac{1}{2} : 1 : 3 : 5$ . La deuxième analyse donnerait, il est vrai, pour  $\bar{R}$  un nombre un peu trop petit, même en admettant que le fer soit à l'état de peroxyde; mais des différences du même ordre et constamment dans le même sens ont été obtenues antérieurement pour tous les labradors des mélaphyres que j'ai analysés, ainsi que pour l'andésite; par conséquent il est peu probable qu'elles tiennent à des erreurs d'analyses.

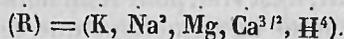
Jusqu'à présent on n'a pas signalé de feldspath dans lequel on ait obtenu ces rapports; par conséquent le feldspath du porphyre de Ternuay constitue une *espèce minérale nouvelle* qui comble une lacune dans la série des feldspaths et qu'on pourrait nommer *vosgite* ou feldspath vosgien, du

nom des montagnes dans lesquelles elle se trouve. Parmi les feldspaths connus, la saussurite peut seule en être rapprochée; je me suis assuré qu'elle forme un feldspath cristallisé bien défini ayant à peu près les mêmes propriétés physiques et les mêmes rapports d'oxygène, mais qui en diffère cependant par sa composition chimique.

Si on compare la formule de la vospite à celle du labrador et de l'anorthite, entre lesquels elle vient se placer, les formules de ces trois feldspaths sont respectivement:



Dans la vospite du porphyre de Ternuay, les proportions des bases à un atome ne sont pas très-simples; cependant elles sont à peu près données par la formule suivante:



Le second minéral qui constitue, avec la vospite, le porphyre que nous étudions est le pyroxène *augite*.

Augite vert.

Cet augite a une couleur *vert de bouteille* comme la fassaïte, ou une couleur *vert d'asperge*, laquelle est quelquefois assez pâle et se rapproche de celle de la vospite; il diffère par conséquent de l'augite des mélaphyres, qui est généralement d'un vert-noirâtre.

Il se décompose par l'action de l'atmosphère et il prend alors une teinte brun rougeâtre; cette

décomposition s'opère plus facilement que celle de la vospite, car quand on examine un bloc dont la surface est altérée, on peut remarquer que la vospite en partie kaolinisée forme une saillie, tandis qu'au contraire l'augite présente un creux. Il est probable, toutefois, que cette décomposition plus rapide du pyroxène tient en partie à ce que sa surface, une fois altérée, ne sert pas à protéger la surface inférieure; mais elle se décape au contraire très-aisément par suite de la facilité du clivage, en sorte qu'une surface nouvelle est constamment exposée à l'action de l'atmosphère.

Sa densité = 3,135.

Sa dureté est environ de . . . . . 5,5.

Forme.

Ce pyroxène est toujours cristallin et dans les variétés du porphyre qui passent au spilite ou au porphyre brèche, ses cristaux sont très-nets et peuvent avoir plusieurs centimètres; il est rare cependant d'en trouver qui permettent d'étudier le détail de toutes leurs faces, car ils se brisent suivant leur plan de clivage quand on casse la roche; toutefois on reconnaît facilement que ces cristaux ont leurs deux sommets et que leur forme générale est celle d'un prisme hexagonal surmonté d'un biseau. Parallèlement aux deux faces M (1), on a des clivages brillants et très-faciles, qui, joints à ceux suivant *g'* et *h'*, rendent les cristaux très-lamelleux; enfin, suivant P, il y a encore un clivage, mais il est rudimentaire.

On voit que par sa forme et par ses clivages ce pyroxène appartient bien à la variété à laquelle M. Dufrénoy a conservé le nom d'augite, et qui

(1) Voir: Traité de minéralogie de M. Dufrénoy, t. III, p. 614, augite, pour la désignation des notations.

se trouve dans les laves des basaltes et des mélaphyres.

Chalumeau. Au chalumeau il fond, mais avec difficulté, et il forme une scorie noire.

Dans le tube fermé, il donne de l'eau.

Avec le borax, dissolution et coloration de la perle par le fer.

Avec le sel de phosphore, la dissolution est complète.

Avec le carbonate de soude, dissolution lente, mais qui finit par être à peu près complète.

Analyse. Pour faire l'analyse, je l'ai attaqué par le carbonate de soude et par le carbonate de potasse : afin de séparer l'alumine et le fer de la magnésie, le premier précipité par l'ammoniaque a été redissous dans l'acide hydrochlorique, la liqueur étant acide et précipitée de nouveau par l'hydro-sulfate d'ammoniaque ; je me suis assuré que la séparation était alors complète. Il serait possible que la perte de l'analyse portât en partie sur la magnésie, dont le dosage, toujours très-difficile, a été fait par le carbonate de potasse, et aussi sur les alcalis qui peuvent se trouver dans la substance, soit à l'état de combinaison, soit plutôt à l'état de mélange, à cause de la difficulté que présente la séparation bien complète du feldspath.

J'ai remarqué que la silice est combinée d'une manière très-intime avec l'oxyde de fer et le retient avec beaucoup de force ; car, quoique les décompositions eussent été complètes, elle avait cependant une teinte légèrement jaunâtre : dans l'analyse de l'amphibole de la syénite, le même fait a été observé.

(1) Traité de minéralogie de M. Dufrenoy, t. III, p. 612.

Quoique le fer se soit principalement concentré dans l'augite, il n'en a pas été de même pour le manganèse, qui paraît au contraire se trouver en plus grande quantité dans le feldspath.

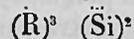
	0g,6 carb.soud.	1g,02 carb.pot.	Moyenne.	Oxygène.	Rapp.
Silice. . . . .	48,83	49,16	49,00	25,455	} 27,037 2
Alumine. . . . .	"	5,08	5,08	2,372	
Chaux. . . . .	18,68	18,87	18,78	5,276	} 13,936 1
Magnésie. . . . .	"	15,95	15,95	6,354	
Oxyde ferreux. . . . .	"	7,19	7,19	1,637	
Oxyde manganoux. . . . .	"	traces.	traces.	"	
Eau. . . . .	"	2,26	2,26	2,009	
		98,51	98,26		

Il est très-remarquable que cet augite vert contient de l'eau de combinaison ; dans des fragments cristallins extraits du porphyre, provenant de Ternuay, qui pouvaient toutefois n'être pas très-purs, j'en ai trouvé jusqu'à 2,75 p. o/o : il importe d'observer cependant que le feldspath qui forme la base du porphyre contient toujours une quantité d'eau plus grande que l'augite. Entre l'augite du porphyre de Ternuay et celui des laves, duquel l'étude cristallographique conduit à le rapprocher, il n'existe qu'une différence de couleur analogue à celle que M. Dufrenoy (1) a signalée entre l'augite du Torre del Greco, qui est vert, tandis que celui de la lave du Vésuve est noir ; or, en comparant l'analyse ci-dessus avec celle de l'augite des laves modernes, on voit que la couleur *vert clair* est due à une proportion notable d'eau de combinaison et à une petite quantité de fer, tandis que la couleur *vert noirâtre* tient à une grande richesse en fer, qui s'allie

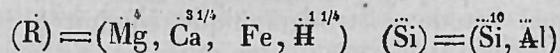
(1) Dufrenoy, Minéralogie, t. III, p. 612.

en général avec une teneur en eau faible ou nulle.

On voit encore, d'après l'analyse, que l'augite du porphyre de Ternuay est à peu près semblable à celui de l'Eiffel, analysé par M. Kudernatsch (1); si on admet de plus les considérations de MM. de Bonsdorff et Schéerer sur l'isomorphisme polymère, d'après lesquelles deux atomes de silice remplacent trois atomes d'alumine, et qu'on représente par (Si) la silice ainsi que l'alumine qui lui est substituée, on a pour le rapport de (R) à (Si)  $\div 13,936 : 27,037$ . soit  $\div 1 : 2$ , car le rapport théorique proposé par M. Schéerer est de 13,90, à 27,81, et par conséquent il est très-voisin de celui de l'analyse : la formule générale de cet augite vert-asperge serait donc



dans laquelle on a à peu près



La *vosgite* et l'*augite* vert-asperge sont les deux minéraux qui constituent essentiellement le porphyre de Ternuay, on y rencontre aussi, mais accidentellement et en très-petite quantité, de la *pyrite de fer* et des traces de *fer oxydulé*; la présence de ce dernier est révélée par une action très-légère du porphyre sur l'aiguille aimantée, et on peut même quelquefois l'apercevoir à la loupe.

Enfin, de même que dans les porphyres qui

(1) Rammelsberg, Handwörterbuch.

ont déjà été étudiés, on y rencontre, soit dans des géodes, soit dans de petits filons, qui dans certains cas imprègnent quelquefois complètement la roche dans laquelle ils forment des *stockwerks*, de l'*épidote* vert-pistache, du *quartz hyalin* et *calcédoine*, du *silex* formant des couches concentriques autour du quartz calcédoine, de la *chaux carbonatée*, de la *chlorite ferrugineuse* et une *zéolite lamelleuse* d'un rouge de corail qui s'altère assez facilement à l'air, et qui est très-probablement de la heulandite : elle est identique à celle dont j'ai signalé des traces dans le spilite de Faucogney, et quoiqu'elle soit plus distincte dans le porphyre de Ternuay, il ne m'a pas été possible de l'avoir assez pure et en quantité suffisante pour en faire une analyse. Ces minéraux se trouvent surtout dans les variétés du porphyre, qu'on peut considérer comme ses dégradations, et relativement à leur mode de gisement et à l'ordre de succession qu'ils présentent, il n'y a rien à ajouter à ce que j'ai dit antérieurement lors de l'étude du porphyre de Belfahy ou du *Mélaphyre*.

En terminant l'énumération des minéraux qu'on trouve dans le porphyre de Ternuay, je dois ajouter qu'il présente quelquefois accidentellement des paillettes de mica dans sa pâte, ainsi que cela a lieu entre Belonchamp et la Fresse, à la côte du Recey, etc.; ce mica paraît provenir des formations qui l'avoisinent, et on doit alors regarder le porphyre comme roche de *passage* : dans certaines dégradations du même genre qu'on trouve dans les localités qui viennent d'être citées et au pied du mont de Vanne, on y trouve encore en petite quantité de la diallage et divers feldspaths, qui se reconnaissent par la couleur rouge qu'ils

prennent en se décomposant : ces feldspaths sont de l'oligoclase ou de l'andésite, et ce dernier s'observe, par exemple, à l'étang de Chagey, à la limite du porphyre de Chagey.

Masse  
de la roche.

Lorsque le porphyre de Ternuay est bien caractérisé, il est formé seulement de deux minéraux, la *vosgite* et l'*augite vert*, qui sont très-nettement séparés l'un de l'autre, et tous deux cristallisés; c'est la roche que je regarderai comme *type*.

Quand les cristaux deviennent microscopiques, la roche paraît avoir une couleur verte uniforme, et la pâte peut être considérée comme étant encore formée des mêmes éléments; elle contient en outre quelquefois des cristaux très-gros d'augite et très-bien caractérisés; c'est ce qu'on observe surtout dans les variétés de la roche, qui, au point de vue de l'étude minéralogique ne sont plus que des dégradations, c'est-à-dire dans ses *spilites* et dans ses *brèches*: de même que pour le mélaphyre, c'est encore dans les spilites et dans les brèches que se trouvent les amygdaloïdes.

Le *spilite* avec beaux cristaux d'augite se trouve bien caractérisé près du pont de Belonchamp, où je l'ai observé avec M. Pidancet, sur la route de la Fresse à la Chevestraye, etc.

Quant au *porphyre-brèche*, on le rencontre entre Melisey et Belonchamp, où il forme une multitude de petits îlots qui surgissent sans aucun ordre au milieu de la plaine diluvienne; il paraît toujours formé des débris mêmes de la roche, et on y observe souvent des fragments bréchiformes ayant une couleur noirâtre ou violacée.

La densité de la masse de la roche a été re-

cherchée en opérant sur une quantité notable de la roche concassée et présentant un mélange homogène, on a obtenu :

Porphyre type de Ternuay (analysé). 2,857.  
Id., à plus grands cristaux (analysé). . 2,833.

Dans les autres variétés qui ont des couleurs plus foncées ou qui ne présentent plus la structure porphyrique, la densité serait supérieure à ces nombres, qui peuvent être regardés comme des *minimas*; j'ai trouvé en effet pour une de ces variétés provenant des environs de Melisey. 2,885

La densité de la roche peut être regardée comme comprise entre celle du *porphyre de Belfahy* et celle du *porphyre vert antique*.

J'ai déterminé la perte au feu de quelques variétés du porphyre et j'ai trouvé :

(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)
3,02	3,17	3,25	3,41	3,45	3,50	3,57	4,06

(1) Porphyre à grands cristaux de feldspath du Raddon, près de Belonchamp.

(2) Id., avec augite et feldspath *vosgite*, il contient même un peu d'andésite dont les cristaux commencent à se développer au contact du porphyre de Chagey, — de la rive gauche de l'étang de Chagey.

(3) Id., dans lequel on distingue après calcination des paillettes de mica et qui est parsemé d'un grand nombre d'amygdaloïdes microscopiques, renfermant de la zéolite rouge; ses cristaux de feldspath sont peu apparents, — sur le chemin de Fresse au roc du Plainet.

(4) Id., variété de (2) avec feldspath *vosgite* prenant une teinte rouge par décomposition.

(5) Id., variété de (2).

(6) Id., variété de (2) avec de gros cristaux d'augite vert d'asperge.

(7) Pâte du spilite du même porphyre, laquelle est verte et riche en augite—d'un bloc erratique entre Melisey et Ternuay.

(8) Variété de (3) de la côte du Recey, près de Fresse.

Si on jette les yeux sur ce tableau précédent qui présente à peu près toutes les variétés du porphyre, on voit que leur teneur en eau est plus constante qu'on ne serait tenté de le croire d'après la différence qu'offre l'aspect extérieur des échantillons : c'est du reste le premier nombre qu'il convient d'admettre comme représentant moyennement la teneur en eau du porphyre type, et par conséquent elle est à peu près de 3 o/o.

La présence de la zéolite rouge n'augmente pas beaucoup la perte, ce qui tient à ce qu'elle est toujours en très-petite quantité.

Par la calcination toutes ces roches prennent une couleur brun-rougeâtre clair et on peut plus facilement examiner leur structure.

Quand on les chauffe à la température des fours de verrerie, elles donnent une masse noir brunâtre, radiée et complètement cristalline, mais en employant un creuset brasqué on a seulement un verre de bouteille qui n'est plus cristallin.

Dans le porphyre de Ternuay, on peut déterminer la proportion de feldspath et d'augite de différentes manières.

La comparaison des densités donne en effet la formule déjà employée :

$$D = ms + nf.$$

Dans laquelle m et n représentent les propor-

tions en volume de pyroxène et de feldspath qui entrent dans l'unité de volume de la roche, en sorte que

$$m + n = 1$$

On a donc :

$$m = \frac{D-F}{S-F} \quad n = \frac{S-D}{S-F}$$

En désignant de même par m', n', les proportions en poids qui se trouvent dans l'unité de poids, on aura aussi m' + n' = 1, et m', n', se déduiront de m et de n en multipliant respectivement chacun d'eux par le rapport de la densité du minéral auquel il correspond à la densité de la roche.

Si on suppose successivement que la densité de la roche égale 2,857 et 2,833 qui sont les valeurs trouvées pour des types bien caractérisés, on a en remplaçant s par la densité du pyroxène = 3,135, et F par celle de la vosgite = 2,771.

	<i>en volums.</i>	<i>en poids.</i>
1° D = 2,857	{ m = 0,24 n = 0,76	m' = 0,26 n' = 0,74
2° D = 2,833	{ m = 0,17 n = 0,83	m' = 0,19 n' = 0,81

Par conséquent dans le porphyre de Ternuay bien caractérisé, qui est aussi la variété la plus riche en feldspath il y a environ 0,75 et même 0,80 de son volume ou de son poids qui sont formés de feldspath vosgite.

Au premier abord à cause de la couleur verte assez prononcée du porphyre, il semble que ces nombres sont un peu trop élevés, mais on peut cependant les contrôler au moyen de la relation

qui existe entre la teneur en eau de l'unité de poids de la roche et celle des deux minéraux composants, ou bien encore d'après les quantités de chaux, d'alcali ou de toute autre substance déterminée dans la masse du porphyre par des essais spéciaux; j'ai obtenu toujours ainsi à peu près les mêmes résultats, quelquefois même j'ai trouvé une proportion de feldspath plus grande que précédemment.

Dans certaines variétés du porphyre et surtout dans les spilites et les brèches, la quantité de feldspath est beaucoup moins considérable, et il y a au contraire plus d'augite.

Comme le porphyre de Ternuay n'est le plus généralement formé de deux éléments qui sont maintenant complètement connus, il est facile de calculer la composition de sa masse : sans avoir recours à l'analyse chimique.

On trouve alors pour les variétés désignées ci-dessus par 1° et par 2° :

	1°		2°	
	0,26 augite.	0,74 vosgite.	0,19 augite.	0,81 vosgite.
Silice. . . . .	12,7 +	36,5 =	49,2	0,3 + 39,9 = 40,2
Alumine. . . . .	1,3 +	22,3 =	23,6	1,0 + 24,4 = 25,4
Oxyde de fer. . . . .	1,9 +	0,5 =	2,4	1,4 + 0,6 = 2,0
Oxyde manganoux. . . . .	"	0,4 =	0,4	" 0,5 = 0,5
Chaux. . . . .	4,9 +	3,2 =	8,1	3,6 + 3,5 = 7,1
Magnésie. . . . .	4,2 +	1,5 =	5,7	3,0 + 1,6 = 4,6
Soude. . . . .	"	3,6 =	3,6	" 3,9 = 3,9
Potasse. . . . .	"	3,3 =	3,3	" 3,7 = 3,7
Eau. . . . .	0,6 +	2,4 =	3,0	0,4 + 2,6 = 3,0
Perte. . . . .	"	" =	0,9	" " = 0,6
	100,00			100,00

Il résulte des analyses, que la teneur en silice du feldspath et de l'augite sont égales entre elles, par suite cette teneur en silice est aussi égale à celle de la masse de la roche; c'est d'ailleurs ce que montre le tableau qui précède. J'ai déjà si-

gnalé le même fait pour les mélaphyres, dans lesquels la teneur en silice de la pâte est à peu près la même que celle du labrador, qui y forme des cristaux isolés; j'aurai plus tard l'occasion de l'étendre à toute une série de porphyres et de le généraliser.

Le porphyre étant formé par le mélange d'une certaine proportion de vosgite avec l'augite, il résulte de la composition de ces deux minéraux que la masse du porphyre, comparativement à celle du feldspath constituant, sera plus riche en protoxyde de fer, en chaux et en magnésie, qui sont les bases du pyroxène et, au contraire, plus pauvre en alumine et en alcali, qui sont celles du feldspath : c'est aussi ce qu'on peut facilement vérifier sur le tableau, et on reconnaît que les quantités de fer, de chaux et de magnésie sont beaucoup moindres qu'on ne serait tenté de le croire d'après la couleur verte de la roche.

On peut donc établir ce qui suit :

*Le porphyre de Ternuay bien caractérisé contient une quantité de silice égale à celle du feldspath et de l'augite, qui sont ses deux minéraux constituants.*

*Il renferme moins d'alumine, moins d'alcali et généralement moins d'eau que son feldspath, et, au contraire plus de protoxyde de fer, plus de chaux et plus de magnésie.*

Les rapports entre les quantités d'oxygène de R R Si dans ce porphyre se représentent algébriquement par l'inégalité :

$$: R : \ddot{R} < 3 : \ddot{Si} < 5$$

et on peut admettre pour sa composition moyenne : silice 49, alumine 24, oxyde de fer et de man-

ganèse 3, chaux 8, magnésie 6, soude 4, potasse 3, eau 3.

Métamorphisme  
par le porphyre.

Les travaux de la route de Bellonchamp à Ternuay ont mis à découvert le porphyre de Ternuay, et on voit très-nettement qu'il est postérieur au schiste de transition qu'il perce en le relevant sous un angle de 35°; en outre il a fait subir au schiste une modification dont l'étude m'a semblé présenter de l'intérêt à cause des rapprochements qu'elle permet d'établir avec quelques phénomènes de *métamorphisme*; cette modification a eu lieu, il est vrai, sur une petite échelle; car, à une distance de 3<sup>m</sup> environ du mamelon de porphyre, le schiste de transition reprend l'aspect et la structure qu'il a ordinairement, mais dans l'intervalle et à mesure qu'on s'en approche, il présente des passages successifs au porphyre.

J'ai recueilli quatre échantillons du schiste métamorphisé sur une normale à la surface de séparation des deux roches, en m'éloignant successivement du porphyre.

Le n° 1 est vert assez foncé, parsemé de petits points verdâtres, formé par le feldspath vosgite, très-confusément cristallisé et qui apparaît surtout par l'altération à l'air.

(2) Vert-grisâtre; les feuilletés du schiste sont soudés par un ciment feldspathique; cependant on y observe la structure schisteuse.

(3) a une couleur verdâtre clair et la schistosité très-prononcée; il se rapproche beaucoup plus du schiste que du porphyre, cependant ce n'est pas encore le schiste à l'état naturel.

(4) est le schiste de transition, d'un gris d'ardoise, et à l'état naturel; il se trouve à 3<sup>m</sup> du premier échantillon.

La densité de ces roches a été déterminée par M. Pauvert, qui a également fait, sous ma direction, des essais ayant pour but de déterminer leur teneur en silice; il a trouvé ainsi :

	(1)	(2)	(3)	(4)
Densité.	2,852	2,764	2,752	2,743
Eau . . . . .	3,4	4,9	4,5	5,0
Silice . . . . .	52,7	60,8	62,7	60,0
Chaux . . . . .	2,4	0,5	0,8	0,5
Al., per. de fer et mag. (1)	34,0	29,6	26,0	30,3
Alcali, mag., perte (diff.)	7,5	4,2	6,0	4,2

Il résulte de ce tableau et de l'étude minéralogique de la roche, qu'à mesure qu'elle perd les caractères du porphyre de Ternuay pour prendre ceux du schiste, sa densité devient plus petite; sa teneur en eau et en silice augmente, tandis qu'au contraire, sa teneur en chaux diminue; ces résultats sont bien d'accord avec les analyses qui ont été faites de la masse du porphyre, et avec celles des schistes de transition exécutée par MM. Frick, Sauvage, etc.; on pouvait même en quelque sorte les prévoir.

Les faits qui viennent d'être mentionnés permettent alors de se rendre compte du mode de métamorphisme.

En effet, quoique le porphyre soit postérieur au schiste, il est possible que le schiste ait été altéré par le porphyre et que, d'un autre côté, le porphyre ait été lui-même altéré par le schiste; car si on admet que le porphyre soit arrivé à l'état de fusion, le schiste, en se dissolvant, a pu modifier

(1) Ce précipité, qui est celui qui a été obtenu par l'ammoniaque, retenait encore de la magnésie surtout pour l'essai (1).

la composition du porphyre en contact; mais cependant tout porte à croire que c'est plutôt l'inverse qui a eu lieu : il résulte en effet d'expériences (1) exécutées dans des fours de verrerie, que la silice, les silicates d'alumine, et les argiles comme celles qui forment en général la matière des schistes, se dissolvent difficilement dans le silicate fondu, et qu'elles peuvent même contenir, pendant plusieurs jours, le porphyre de Ternuay amené à l'état de fusion, sans être corrodées d'une manière notable : au contraire, on est certain qu'une partie au moins de la matière du porphyre a pénétré dans le schiste; cela résulte en effet de l'altération visible du schiste qui, tout en conservant sa structure feuilletée, est cependant devenu plus compact; mais c'est ce qui est surtout démontré par l'accroissement de densité et par le *développement des cristaux de feldspath dans le schiste*; les essais rapportés ci-dessus apprennent en effet que le schiste, à l'état naturel, est un hydro-silicate d'alumine avec des traces de chaux; il était donc impossible à des cristaux de feldspath, riches en chaux comme le feldspath vosgite de s'y développer sans une sorte d'imbibition capillaire ou de *cimentation* de la chaux du porphyre et aussi des alcalis, ainsi que des bases nécessaires à la formation du feldspath.

Il importe d'insister de plus sur ce que le feldspath qui s'est développé dans le schiste est le feldspath même qui forme la base du porphyre; et quoique la teneur en silice-schiste soit de plus de 10 p. o/o supérieure à celle de

(1) Voir Bulletin de la Société géologique de France, 1847. (Séance extraordinaire.)

ce dernier, il ne s'est formé ni du labrador, ni de l'andésite, ni de l'oligoclase, qui sont cependant les feldspaths dont la richesse en silice serait plus rapprochée de celle de la roche métamorphique; c'est donc bien *le feldspath vosgite lui-même qui a dû pénétrer dans le schiste*.

Ce phénomène est analogue à plusieurs de ceux qui ont été signalés par MM. Durocher et Virlet, dans des études sur le métamorphisme (1), et bien qu'il ne se soit opéré ici que sur une étendue de quelques mètres, on peut quelquefois en observer de semblables qui se sont produits de la même manière sur une étendue beaucoup plus grande.

Si on résume ce qui vient d'être dit relativement au fait qui a été étudié, on peut établir ce qui suit : « Lors de l'éruption du porphyre de Ternuay le schiste de transition qu'il a percé, » a été *métamorphisé*; ce métamorphisme, qui » donne lieu à un *passage* entre les deux roches, » a été produit par une pénétration de la matière » du porphyre dans le schiste, et surtout par le » développement de cristaux de feldspath vosgite dans ce dernier. »

Le porphyre, de l'étude duquel nous venons de nous occuper, se travaille avec habileté à la scierie de M. Varel, à Servance, et à celle de M. Colin, près d'Épinal; il est susceptible de recevoir un très-beau poli, et la couleur de son feldspath se fondant avec celle du pyroxène, il produit alors un très-bel effet; aussi a-t-il été choisi pour

(1) Bulletin de la Société géologique de 1846, et réunion extraordinaire d'Alais en 1844.

exécuter le soubassement du monument qui doit être érigé à l'Empereur dans l'église des Invalides.

Le porphyre avec cristaux de vospite et de pyroxène vert, bien nettement séparés, n'a guère été rencontré jusqu'ici que dans les localités des Vosges que j'ai signalées; mais, quoiqu'il soit rare, la variété de feldspath qui le constitue se trouve cependant assez fréquemment; ainsi je l'ai observée dans une roche provenant d'Ochsenkopf, dans le haut Palatinat, et aussi dans une roche du Spitzberg, rapportée par M. E. Robert, dans laquelle l'augite vert-asperge avait été remplacé par une variété de *pyroxène* se rapprochant plutôt de la diallage.

(La suite prochainement.)

## DES PRINCIPES

*A prendre pour guides dans la poursuite des gîtes métallifères.*

Par M. PERNOLLET.

Cette question importante a déjà été examinée incidemment dans les *Annales des mines*, mais comme elle vient de soulever, de nouvelles critiques, dans ce recueil, j'ai besoin d'y revenir, pour l'étudier plus à fond, ce qui me permettra de formuler mon opinion d'une manière plus nette et plus affirmative, en la corroborant de nouvelles preuves.

Je me propose de rappeler la doctrine qui a été l'objet des commentaires qu'on a voulu critiquer, d'exposer l'application qui s'en déduit, de mettre en regard les préceptes que j'ai proposés, et d'établir un parallèle entre les conséquences pratiques des deux systèmes.

Plan  
du mémoire.

Je montrerai ensuite que le système auquel j'accorde la préférence dérive de faits considérables et nombreux, empruntés à des régions de mines fort diverses; qu'il a pour lui l'usage ainsi que l'opinion d'auteurs recommandables et que les théories géologiques s'y appliquent sans difficulté.

Je terminerai en faisant voir que les théories qu'on m'oppose ne sont pas concluantes et que les faits sur lesquels on s'appuie, loin de renverser le système que je recommande, n'en sont que des applications faciles à déduire.

§ 1<sup>er</sup>. Les règles ou assertions dont j'ai contesté la généralité dans mes notes sur l'exploitation des

gîtes métallifères du midi de l'Espagne (1) sont empruntées au *Traité de la recherche et de l'exploitation des minéraux utiles*. Je les y ai prises pour établir la réalité d'une doctrine, que je croyais utile de ne pas laisser passer sans commentaire, dans l'intérêt des exploitations métalliques, qui, à leur début, chercheraient des règles dans les livres. Cette doctrine d'ailleurs n'est pas nouvelle; on peut même dire qu'elle est vulgaire, mais plutôt dans le monde que dans les mines.

Je vais la rapporter de nouveau, en en précisant les termes, pour prévenir désormais toute équivoque :

Principes dont on se propose de combattre la généralité.

« Les théories géologiques sont le seul guide de l'exploitation des gîtes métallifères (2); elles suffisent pour les filons, d'abord parce qu'elles permettent de calculer à l'avance, au moyen de la direction et de la pente d'un de ces gîtes, à quelle distance on le rencontrerait par un percement pratiqué dans le terrain qui le renferme (3); en second lieu, parce qu'elles enseignent qu'il n'y a jamais de mécompte à craindre par rapport à la continuité du minerai dans la profondeur (4).

» La pratique de tous les pays se joint à la théorie pour démontrer que la continuité indéfinie du minerai dans la profondeur est un fait général; si quelques anomalies paraissent subsister, elles

(1) *Annales des mines*, 4<sup>e</sup> série, t. X.

(2) *Annales des mines*, 4<sup>e</sup> série, t. XI. De la continuité des gîtes métallifères en profondeur, p. 29.

(3) *Traité de la recherche et de l'exploitation des minéraux utiles*, 1<sup>re</sup> édition, p. 110.

(4) *Idem*, p. 125.

» tiennent à l'insuffisance des recherches (1).

» C'est faute d'être instruits de l'origine des gîtes métallifères et de leur continuité en direction et en inclinaison, que les anciens ne croyaient à l'existence du minerai que lorsqu'ils le voyaient. C'est pour cela que leurs travaux étaient sinueux et leurs puits rapprochés (2). »

Il est à regretter que l'auteur n'ait pas formulé lui-même les conséquences pratiques qui se déduisent de ses assertions, car obligé de le faire, je pouvais me méprendre sur le fond de sa pensée et en exagérer la portée.

Néanmoins, sa réponse, que contient le tome XI de la 4<sup>e</sup> série des *Annales des mines* (3) donne à croire qu'on ne me reproche nullement une interprétation erronée du texte, mais bien « une opinion essentiellement fautive, étrangère aux praticiens expérimentés, applicable tout au plus à quelque filon anormal; l'opinion d'une personne qui, même connaissant la théorie, veut envelopper toute la doctrine géologique dans les conséquences de son erreur, sans se douter que l'insuffisance apparente des grands principes géologiques n'a pas d'autre motif que l'insuffisance de ses interprétations. » Plus loin, il est dit que « les conséquences de mon erreur seraient l'anéantissement de l'art de l'ingénieur et de la production des métaux (4). »

Ceci me rassure, j'en infère que l'auteur con-

(1) De la Continuité des gîtes métallifères, p. 46.

(2) *Traité de la recherche, etc.*, p. 2 et 3 de l'introduction.

(3) De la continuité des gîtes métallifères, etc.

(4) *Idem*, p. 33, 34 et 46.

damne le système de travail que j'ai basé sur certaines observations relatives à la manière d'être des filons, et qu'il persiste à soutenir le système opposé, déduit par moi des principes qu'il avait émis dans le Traité de la recherche des minéraux utiles.

Ce système, que je combats, je vais le décrire en le rapportant à une exploitation naissante qui aurait tout à créer. Je supposerai qu'après avoir cherché à s'éclairer dans la carrière obscure et chanceuse qu'on se propose de parcourir, on se soit décidé à prendre pour guides les principes que j'ai rappelés ci-dessus, et qu'à défaut d'application nettement formulée par l'auteur, on les interprète comme je l'ai fait :

Application des principes contes-  
tés

Aussitôt que la nature du gîte, sa direction, sa pente, ainsi que l'existence du minéral seraient connues sur une petite étendue, plein de confiance dans la continuité indéfinie de ce minéral, en quantité exploitable, partout au moins où il aurait paru tel aux affleurements, on projetterait tout d'abord des travaux d'avenir sur une grande échelle. Puis, ne mettant pas en doute l'uniformité d'allure du filon, ni sa continuité, tant en direction qu'en inclinaison, on établirait les nouveaux travaux sur cette hypothèse; c'est-à-dire que, tout en prenant la partie reconnue superficiellement pour point de départ, on ne craindrait pas de s'en éloigner, si les circonstances locales permettaient d'attendre de cet éloignement quelque économie dans les dépenses de l'avenir. Décidé d'abord à pousser les travaux avec confiance jusqu'au terme projeté, on ne se préoccuperait ni des écarts que l'allure pourrait venir à présenter, ni des variations de richesse qu'on pourrait avoir occasion de reconnaître.

Ces circonstances seraient considérées comme accidentelles et sans importance. On agirait, en un mot, sous l'influence d'une confiance absolue dans l'existence souterraine de masses métalliques indéfiniment exploitables et distribuées uniformément dans une cassure plane.

Ce système n'est pas imaginaire, je pourrais en citer plus d'une application plus ou moins heureuse, notamment une application exagérée sans doute, mais qui n'en dérive pas moins directement, je veux parler d'une compagnie qui, possédant un filon de galène pauvre en argent, mince, fréquemment étranglé, et reconnu, sur une longueur de 250 mètres environ sur 50 au plus, pour ne contenir que quelques amas clair-semés, étroits et sans suite dans la hauteur, a suspendu la poursuite des travaux souterrains pour se hâter d'établir des ateliers de préparation mécanique et de fonderie.

Les agents de cette compagnie agissent ainsi dans le but de réaliser, aussitôt qu'elles seront mises au jour, des richesses dont l'existence n'est pas douteuse pour eux. Cependant, la mine ne possède encore, avec certitude, que quelques mètres cubes d'un minéral pauvre. Mais la difficulté de trouver du minéral paraît moins préoccuper ces personnes que la crainte de s'en voir encombrées. Cela se passe en France.

Sans conduire nécessairement toujours à une manière d'agir aussi imprudente, l'esprit de ce système audacieux est assez volontiers suivi par les Anglais. De prime abord ils procèdent communément par grands puits pourvus de machines puissantes et accompagnés de bâtiments considérables. En cela nos voisins agissent sous la double influence de l'importance fréquente des gîtes mé-

tallifères de leur pays et de la facilité qu'ils ont de se procurer des capitaux abondants. Le succès ne répond pas toujours à leur hardiesse, et l'on rencontre plus d'une mine abandonnée par eux à la suite de grands puits foncés vainement à des profondeurs de 150, de 200 mètres et plus, sans avoir rien rencontré de ce que les affleurements semblaient promettre. Il est extrêmement fréquent de voir dans les annonces des journaux anglais la mise en vente de quelque puissante machine ayant peu servi, restée sans emploi à la suite de ces tentatives infructueuses.

Avantages et  
inconvénients du  
système que l'on  
veut combattre.

Excellent s'il est pratiqué avec mesure pour des gîtes réguliers, étendus et riches, ou médiocres individuellement, mais multipliés et rapprochés, un système pareil peut être ruineux, selon moi, pour des filons irréguliers, pauvres, rares ou sans étendue, c'est-à-dire pour les filons métalliques les plus nombreux, comme j'aurai occasion de le prouver. La raison de cette différence est bien simple : la première application du système est nécessairement très-dispendieuse et complètement improductive; mais si on a la chance de tomber sur le minerai et s'il s'offre en abondance, les travaux, établis tout d'abord sur une grande échelle, permettent une extraction active et assurée pour un long temps : les frais de premier établissement se trouvent bientôt couverts et l'exploitation se poursuit ensuite sans peine, avec une économie qui est interdite aux petites entreprises, et avec une sécurité qui rend faciles, dès le début, des recherches persévérantes et multipliées dont la ressource n'est pas toujours permise aux exploitations languissantes.

Mais s'il arrive au contraire que, soit par dé-

faut de régularité, soit par défaut d'étendue, le filon ne se rencontre pas là où l'on comptait le rejoindre; ou bien encore, si, par défaut d'abondance du minerai, la mine se trouve impuissante à alimenter l'activité dont l'extraction a été rendue capable, les dispendieux travaux préparatoires qu'on a entrepris arrivent à terme sans réaliser les espérances qu'on avait conçues, les dépenses faites se reportent sur une extraction insuffisante, et l'entreprise ne tarde pas à succomber sous une charge trop lourde pour elle. C'est ainsi que telle mine est abandonnée après avoir donné lieu à de grandes dépenses, qui, entreprise sur une petite échelle d'abord, aurait eu quelque chance de se soutenir un certain temps.

On voit donc que recommander d'une manière générale le système que j'appellerai anglais, pour abrégé, reviendrait à dire que, pourvu qu'un filon montre aux affleurements quelques blocs d'une matière métallique utile, on peut compter qu'il en contient en quantité toujours assez grande pour couvrir la mise de fonds considérable que le système exige dès le début.

Cette conséquence peut d'ailleurs se déduire directement de l'un des principes qui ont été rapportés ci-dessus; car, soutenir d'une manière absolue que « la pratique est d'accord avec la théorie » pour démontrer la généralité du principe de la « continuité indéfinie des minerais dans la production », c'est dire qu'on entend parler de minerais en quantité exploitable; et pour qu'en cas d'exception apparente à cette règle générale, l'auteur « en appelle avec confiance à des recherches » plus développées, il faut que, dans son opinion, un exploitant de mine métallique soit toujours sûr

de finir par trouver la récompense de ses sacrifices, pourvu qu'il persévère.

Comment, en effet, serait-on en droit de prétendre à cette *confiance absolue* (1) qu'on exige au nom de la théorie, si l'on ne se sentait pas en mesure de soutenir qu'un mécompte est impossible ?

Rareté des mines  
métalliques ex-  
ploitées avec pro-  
fit.

Or, je vais prouver que, parmi les mines métalliques, celles qui sont exploitables avec profit sont très-rares. Cette preuve me suffirait, à défaut d'autre, pour convaincre de la possibilité des mécomptes et, par suite, pour légitimer le système que j'oppose à celui qu'on est en droit de déduire des principes que j'ai cités.

En France.

Sur près de 500 gîtes reconnus ou exploités en France, à différentes époques, pour plomb, cuivre, argent ou or, sans parler des autres métaux, 25 au plus subsistent aujourd'hui. Sur 100, 95 sont abandonnés après avoir donné lieu à des dépenses plus ou moins considérables.

Si l'on attribue cet abandon à l'ignorance des anciens, aux guerres civiles, ou à d'autres causes étrangères à la valeur intrinsèque des gîtes, je me bornerai à considérer les 20 dernières années. Pendant cette période et en ne tenant compte toujours que des métaux nommés ci-dessus, 50 concessions ont été obtenues et 2 seulement donnent des produits : ce sont les concessions de Pont-Gibaud dans le Puy-de-Dôme, et de Lacoste dans le Gard (2). Ici, sur 100, 96 sont improductives.

Dira-t-on que notre nation manque de persévé-

(1) De la continuité des gîtes métallifères, p. 35.

(2) Voir les Comptes rendus des travaux des ingénieurs au corps royal des mines, année 1845.

rance, qu'entre les mains des populations de la Saxe et du Harz, nombre de ces mines seraient encore prospères ? Voyons ce qui se passe autour de Freiberg, cette capitale du monde minéralogique, comme d'Aubuisson l'appelle.

Je trouve d'abord le fait suivant, que j'emprunte à l'Histoire des mines de Freiberg, par d'Aubuisson lui-même : « Dans la partie Sud du district, » sur plusieurs centaines de filons occidentaux que » l'on a traversés, il n'y en a peut-être pas deux » assez riches en métal, pour suffire aux frais » d'une exploitation. Au Nord de la ville, au con- » traire, on a des travaux assez importants sur » cette espèce de filons (1). »

En Saxe.

Veut-on des chiffres plus positifs ? Le même auteur, passant en revue tous les filons de cette localité, qui, depuis plus de six siècles, ont, à différentes époques, donné des produits notables, ne nomme que 42 mines, dont quelques-unes, en petit nombre paraissent, il est vrai, comprendre plus d'un filon. Or le nombre total des filons connus autour de Freiberg dépasse 900. C'est M. Burat qui le dit (2). Voilà donc encore cette proportion de 1 sur 20 que j'ai trouvée pour la France (3). Je la retrouve aussi pour le Harz. En 1776, Jars disait : « D'environ 50 mines qui sont encore ex-

Dans le Harz.

(1) Histoire des mines de Freiberg, t. II, p. 23.

(2) Traité de la recherche, etc. 2<sup>e</sup> édition, p. 162.

(3) L'ouvrage de d'Aubuisson date de 1802. Un demi-siècle avant, dans toute l'étendue des districts de Freiberg, sur 193 mines exploitées et 31 autres dont le travail était suspendu, 11 seulement donnaient des produits supérieurs aux dépenses, 19 étaient au pair, toutes les autres étaient en perte. (Voyages métallurgiques de Jars et Duhamel, t. III, p. 394.)

» ploitées dans la communion du Haut-Harz, on  
 » n'en compte que deux qui soient en bénéfice,  
 » et une troisième qui paie ses frais (1). »

Certes, voilà des faits nets, variés, considérables et singulièrement concordants. Je reconnais qu'ils ne sont pas concluants, d'une manière absolue, par rapport à l'étendue et à la continuité du minerai; mais, en exploitation, l'étendue et la continuité sont nulles quand elles sortent des limites qui comportent un bénéfice. Or, considérés sous ce point de vue, les faits que je viens de rapporter donnent une mesure pratique très-précise de la rareté des gîtes métallifères qui tiennent ce qu'ils avaient promis, et ils montrent à combien de mécomptes il convient de s'attendre quand on s'engage dans l'industrie périlleuse pour laquelle nous cherchons des règles.

Insuffisance actuelle de la géologie pour faire connaître à priori la valeur industrielle d'un gîte métallifère.

De plus, on m'accordera que, dans son état actuel, la géologie est impuissante à faire distinguer les filons dont l'exploitation peut devenir une source durable de profits de ceux que leur pauvreté doit faire abandonner, après des dépenses plus ou moins considérables. Cette opinion je la baserais, au besoin, sur ce fait que parmi 50 concessions accordées depuis vingt ans, sur le rapport favorable des ingénieurs au corps royal des mines, deux seulement sont productives.

Les faits que je viens de rappeler permettent, à mon sens, d'établir que s'il y a des filons métalliques inépuisables, ce qui n'est pas impossible, il y en a aussi, et en plus grand nombre, de médiocres et de tout à fait mauvais. Ils montrent,

(1) Voyages métallurgiques, t. II, p. 279. Ces 50 mines du Harz ne formaient pas autant de filons indépendants.

en outre que les indices superficiels et les premiers travaux d'exploration, qui déterminent la poursuite des gîtes, sont loin de suffire pour donner une idée même approchée de leur valeur intrinsèque.

J'en conclurai : 1° qu'il n'est pas permis de compter sur l'importance industrielle d'un gîte métallifère avant d'avoir constaté cette importance par des travaux suivis et multipliés; 2° qu'à priori il est prudent de ne s'attendre qu'à une importance médiocre; 3° qu'au début, il faut s'abstenir de travaux projetés sur une grande échelle, en vue d'un avenir qui ne saurait être assuré.

Si elles sont fondées, ces conclusions donnent le droit de signaler comme dangereuse l'application que des personnes inexpérimentées pourraient vouloir faire de principes aussi généraux et aussi absolus que ceux dont j'empruntais le texte au Traité de la recherche de minéraux utiles; je pouvais donc me dispenser de recourir aux considérations plus précises que j'ai fait valoir dans mes notes sur les mines du midi de l'Espagne. Ces considérations avaient pour but de montrer, preuves en main, sous quelle réserve et avec quelle mesure il convient d'admettre les principes dont je contestais la généralité : à coup sûr, jointes aux faits d'une pratique universelle, on peut le dire, que je viens d'indiquer, elles m'autorisaient à observer « qu'en matière d'exploitation de filons métalliques, les inconnues étant nombreuses et les théories géologiques peu concluantes jusqu'à présent, il faut se garder de mettre en avant des préceptes généraux et absolus qui peuvent donner lieu à des mécomptes ruineux, en dissimulant les difficultés et les incertitudes de ces

Conséquences pratiques des faits qui viennent d'être rapportés.

» sortes d'entreprises : qu'il convient au contraire  
 » de recommander la plus grande circonspection  
 » au début d'une exploitation, en reconnaissant  
 » que les conditions locales, essentiellement va-  
 » riables de leur nature, doivent seules donner la  
 » mesure de la hardiesse que la conduite écono-  
 » mique des travaux peut exiger. »

Partant de là, je cherchais à établir la nécessité de subordonner les considérations théoriques à l'observation locale des faits, conseillant de s'abstenir d'opinions préconçues et de ne rien entreprendre comme devant être définitif, qui ne soit justifié par des éléments de conviction spéciaux, nombreux et étendus.

Un seul prin-  
cipe invariable.

C'est en suivant cet ordre d'idées que j'avais cru pouvoir substituer aux propositions du Traité de la recherche des minéraux utiles le précepte suivant : En matière d'exploitation de filons métalliques la seule règle générale et absolue, consiste à tirer d'un capital donné le plus haut profit possible, pendant le plus long temps.

Système de tra-  
vail proposé.

Pour y parvenir, le premier soin est de se tenir en garde contre les chances qui peuvent compromettre ce capital. Par conséquent, loin de compter, *à priori*, soit sur une régularité d'allure qui serait généraliser prématurément la direction et la pente observées en un point, soit sur une continuité de minerai qui pourrait faire entreprendre les premiers travaux sur une échelle plus grande que l'importance intrinsèque du gîte ne le comporte, on ne doit pas craindre, au début, d'imiter la timidité des anciens, *en ne croyant à l'existence du minerai que lorsqu'il se montre.*

De plus, par cela même qu'il est nécessaire, avant tout, de reconnaître nettement le gîte nou-

veau sur une grande étendue, il ne faut pas s'abstenir systématiquement de *travaux sinucoux*, si la poursuite du minerai pas à pas les rend tels.

Enfin, comme ces travaux de reconnaissance sont habituellement peu productifs, il importe en même temps d'en réduire la durée, et cette condition peut justifier l'établissement de *puits rapprochés*, s'ils doivent activer l'exploitation, tout en facilitant l'aérage, l'épuisement des eaux ou l'extraction des matières.

On ne nous accusera pas de tergiverser, car nous recommandons formellement ce qui est formellement condamné dans le texte qui a donné lieu à nos premières observations.

Ces préceptes s'appliquent à la première période de l'entreprise.

Une fois que la manière d'être du gîte est reconnue sur une étendue suffisante pour qu'on sache de quel côté il convient de le poursuivre, une fois qu'il a fait ses preuves de manière à promettre quelque temps d'existence; en un mot dès qu'on sait positivement à quoi s'en tenir sur l'importance de l'affaire, si la confiance est permise, il faut désormais s'enhardir, et ce pourrait être une faute que de ne pas entreprendre, sans tarder, les travaux d'avenir nécessaires au développement et à l'économie de l'entreprise.

Ce sont ces travaux que l'on entreprend dès le début dans le système que je combats, supprimant la première période que je regarde comme indispensable.

La différence entre les deux systèmes persiste encore pendant notre seconde période. Au lieu de ne mettre à l'ambition des projets d'avenir que l'on forme d'autres bornes que son pouvoir, il faut,

dans notre système, continuer de prendre les mêmes principes pour guides. On s'étudiera donc à proportionner l'étendue de ses pas : 1° d'abord à l'importance du gîte (importance dont les premiers travaux ont dû donner une mesure approchée), 2° en second lieu à l'étendue de l'expérience acquise dans la localité elle-même, 3° enfin à l'importance du capital dont on peut disposer. — En agissant ainsi, les chances de mécomptes seront considérablement réduites, sans être nulles encore, et l'on n'entreprendra rien qui ne porte ses fruits, car on n'entreprendra rien qu'on ne soit en état d'achever.

Degré d'importance qu'on doit attribuer aux résultats observés ailleurs.

Les résultats observés ailleurs, dans des circonstances analogues, peuvent être un guide précieux, dont il est essentiel de se pourvoir ; mais il ne faut pas se dissimuler que ce guide est loin d'être infallible : il l'est d'autant moins qu'il est emprunté à des localités plus éloignées et plus différentes géologiquement. Pour accorder une confiance entière aux indications puisées à cette source, il faudrait au moins avoir pu établir scrupuleusement l'analogie la plus complète entre les points connus de part et d'autre, afin d'en déduire la manière d'être probable de l'élément inconnu qu'on recherche ; or cette précision est impraticable jusqu'à présent, vu le petit nombre des exemples complètement connus et la multiplicité des éléments influents dont il faudrait tenir compte. Néanmoins, c'est un secours nécessaire qu'une connaissance aussi étendue et aussi exacte que possible des principales circonstances observées ailleurs, car c'est l'unique moyen d'avoir une mesure approchée de l'importance qu'il faut attribuer aux anomalies qu'on rencontre. En même

temps que cette connaissance met en garde contre des illusions dangereuses, elle rassure contre des causes de découragement qui pourraient n'être pas suffisamment fondées. C'est ainsi, par exemple, que lorsqu'on sait qu'au Harz, « bien que les » indices de filons métallifères se manifestent » souvent au jour, ils ne produisent de minerai » suivi et abondant qu'à 20 ou 30 toises de profondeur (1), » on ne se décide pas à ouvrir une minemétalliquenouvelle, sans se tenir prêt à descendre, au besoin, jusqu'à cette profondeur et au delà. C'est ainsi encore que lorsqu'on connaît l'éparpillement du minerai dans les filons de Freiberg, il ne suffit pas de rencontrer de tout côté la limite d'un massif métallifère exploitable, pour croire le filon épuisé ; il faut de plus que certains caractères propres aux filons aient disparu en même temps que le minerai et que cette disparition ait été bien constatée sur une étendue suffisante.

Sans m'étendre davantage sur ce sujet, je me résume en disant que l'observation des circonstances locales doit seule diriger les travaux et régler leur importance ; mais qu'il est indispensable que la connaissance des circonstances observées ailleurs intervienne dans l'interprétation des faits obscurs que ces travaux peuvent révéler.

(1) Voyages métallurgiques, t. II, p. 280. Délius dit la même chose des filons des états autrichiens. Il paraît attribuer plus particulièrement cette manière d'être aux veines principales qui s'étendent beaucoup en profondeur. Délius observe d'ailleurs lui-même que les faits relatifs à la manière d'être des filons ne sont jamais invariables et sans exception (Délius, t. I, § 51). Les profils des mines de Poullaouen et de Huelgoat en apprennent plus ce sujet que bien des pages ; j'y renvoie le lecteur (Ann. des mines, 4<sup>e</sup> série, tome X).

Dans tout cela, je l'avoue, il n'est pas question de théorie : je la crois étrangère au débat dans l'état actuel de nos connaissances.

Telle est, au juste, l'opinion que j'ai émise dans mes notes sur le midi de l'Espagne. J'ai dû en reprendre catégoriquement l'exposé, parce que, soit que je n'aie pas su me faire comprendre de tout le monde, soit qu'au lieu de discuter mes idées on ait jugé suffisant et plus expéditif de mettre en doute l'autorité de ma parole, on a complètement oublié de reproduire la doctrine que j'avais soutenue; on ne l'a combattue qu'après l'avoir dénaturée. Cette doctrine pourrait ainsi paraître ébranlée par l'authenticité des faits qu'on lui a opposés, mais qui ne s'y appliquent nullement. C'est pourquoi je suis forcé d'y revenir pour la corroborer de nouveaux faits et de nouvelles considérations empruntées à des auteurs dont l'autorité ne sera pas contestée.

Je vais d'abord mettre en présence les deux systèmes que j'appellerai, l'un le *système théorique*, l'autre le *système pratique*.

La découverte du minerai est habituellement fortuite et indépendante de l'un ou de l'autre système. Cette découverte est nécessairement suivie de quelques explorations superficielles qui permettent de reconnaître la nature du gîte et de se former en gros une idée de sa disposition. Les capitalistes sont ensuite convoqués; on se laisse aller à voir dans les données peu nombreuses qu'on a recueillies les bases des plus belles espérances, et, sous l'influence d'illusions flatteuses, on se décide à tenter fortune, au prix d'un sacrifice d'argent plus ou moins considérable. C'est alors seulement qu'on a à faire un choix entre les deux

systèmes que j'examine : — le système théorique qui ayant foi dans ses espérances, veut dépenser largement tout d'abord en vue de récolter ensuite plus abondamment, — et le système pratique, qui ne croyant pas assez pour n'avoir pas besoin de voir, veut proportionner sa dépense à l'importance des résultats qu'on lui montre. Dans le premier cas, la confiance de l'entrepreneur a sa source moins dans des considérations théoriques que dans la vue de ces grandes exploitations qui prospèrent depuis des siècles : il se croit appelé à en augmenter le petit nombre à son profit, et comme on lui persuade que la science est d'accord avec ses désirs, pourvu qu'il persévère, il en vient peu à peu à donner jusqu'à son dernier sou, sans reculer devant les plans gigantesques, sans trouver une objection contre les constructions prématurées. Dans le système pratique, au contraire, la défiance de l'entrepreneur naît de l'examen des mille exploitations qui ont échoué dans les mêmes localités, quelquefois entre les mêmes mains qui ont su tirer parti de gîtes analogues. Il craint d'ajouter, à ses dépens, un nom de plus au long catalogue des mines abandonnées; et comme le langage de la science n'est pas suffisamment net, ni surtout assez concluant à son gré, avant de s'avancer au point de compromettre sa fortune, il prétend tenir compte de tous les éléments influents qu'il est possible de saisir. L'audace de l'un ne connaissant pas d'entraves, il marche plus vite au départ, mais il ne s'ensuit pas qu'il doive nécessairement atteindre le but plus tôt, car la position de ce but étant essentiellement obscure pour l'un comme pour l'autre, celui qui s'est le mieux étudié à bien choisir sa place, a la plus

grande chance d'avoir réduit la distance à parcourir.

C'est ainsi que, même en cas de succès, le système théorique ne comporte pas plus d'assurance que le système pratique, pas plus de rapidité, pas plus de perfection.

Le système pratique a autant d'assurance, parce qu'une conviction éclairée par des faits positifs et directement applicables n'est pas moins ferme qu'une conviction de sentiment basée sur une théorie peu concluante, c'est-à-dire sur des faits peu précis, qu'on interprète dans le sens de ses désirs.

Le système pratique n'a pas essentiellement moins de rapidité, parce que, marchant plus directement au but, il peut regagner bientôt le temps perdu pendant la période d'exploration.

Ce système enfin est généralement plus parfait, c'est-à-dire plus économique, parce que, s'il conduit plus lentement à une organisation régulière des travaux, il n'exige les frais de cette organisation que lorsque la certitude de l'utiliser est acquise, et qu'en outre la connaissance plus complète de la manière d'être du gîte permet de choisir, d'une manière plus convenable, l'emplacement et la disposition relative des grands ouvrages d'avenir, qui sont nécessaires à l'économie de l'exploitation.

En cas d'insuccès, les avantages du système pratique deviennent encore plus manifestes. Au moyen d'un capital donné, ce système permet de reconnaître et de réaliser, en partie, une certaine quantité de minerai dont la valeur peut réduire l'importance du sacrifice exigé par les premiers travaux. Le système théorique ne fait rien pour se ménager cette ressource qu'il dédaigne, parce que

ce sont des trésors qu'il prétend trouver et non une indemnité partielle. Indépendamment de cet avantage, qui n'est que relatif et qui ne se rencontre pas toujours, le système pratique a sur l'autre l'avantage d'être plus à la portée de toutes les localités et d'exiger généralement moins de dépenses pour arriver au même résultat, quand ce résultat doit être l'abandon. Ces deux avantages, il les doit précisément à la nature provisoire et modérée des moyens qui lui suffisent pendant la première période de travaux. L'économie qui peut en résulter pour l'industrie minière d'un pays peut être considérable, s'il est vrai que sur vingt filons métalliques qu'on se décide à fouiller, un seul a chance d'être profitable.

Le système théorique n'a pas seulement contre lui dix-neuf chances mauvaises pour une bonne, il doit en redouter bien d'autres qui dérivent de faits plus positifs encore, et que je vais faire connaître. On peut établir que, même en supposant qu'un exploitant ait eu la main assez heureuse pour tomber sur un filon exploitable avec profit, il peut se trouver exposé à d'énormes mécomptes, s'il accorde trop de confiance aux principes que je combats.

Pour cela je montrerai : 1° que les filons les plus étendus et les mieux réglés comportent des irrégularités d'allure partielles, mais considérables parfois et fréquemment suffisantes pour fourvoyer complètement un exploitant qui serait sans défiance au sujet de leur parfaite régularité; 2° que, dans les filons les plus riches, le minerai ne se trouve pas nécessairement en quantité indéfiniment exploitable, qu'il y est souvent fort rare relativement à l'étendue du gîte, et, de plus, que sa distribution

Nouveaux arguments contre le système théorique.

est assez inégale et capricieuse pour qu'il soit habituellement impossible de se former *à priori* une idée même approchée de la véritable position de la masse exploitable.

Si je parviens à démontrer ces deux propositions, il en résultera, ce semble, qu'avant d'entreprendre des ouvrages définitifs importants, la prudence la plus vulgaire commande de chercher à reconnaître (au moins en direction) la manière d'être d'une mine nouvelle, sur une bonne partie de son étendue. En effet, ces ouvrages, qui peuvent absorber, pour le présent, la majeure partie du capital disponible et mettre ainsi l'entreprise dans l'embarras, si un mécompte survient, ces ouvrages, dis-je, doivent exercer dans l'avenir, par leur seule position, une influence considérable sur toute l'économie de l'exploitation. Et ce qui est vrai relativement à la position des ouvrages d'avenir ne l'est pas moins par rapport à leur importance; car, si la matière exploitable n'existe pas nécessairement dans les filons en quantité indéfinie, et si ces sortes de gîtes sont de valeur intrinsèque essentiellement variable d'un filon à l'autre, il convient évidemment de proportionner l'importance des ouvrages d'avenir à l'importance probable de la nouvelle mine. Au lieu donc de préjuger la production et de la supposer inépuisable, comme dans le système que je combats, il faut, pour ces deux raisons, commencer par la reconnaître approximativement au moyen de travaux d'exploration nombreux, étendus et profonds.

§ II. De tout ce qui précède, il résulte que j'aurai démontré d'une manière générale la convenance du système proposé, si je prouve la réalité

des faits sur lesquels je m'appuie. Précédemment j'avais emprunté des exemples de ces faits aux filons de Poullaouen et de Huelgoat; mais on a dit que « pour attaquer les principes généraux » de la géologie appliquée à l'exploitation, j'avais « opposé quelque filon anormal et mal connu à » 9 siècles de travaux (1). » Bien que peu fondée, cette assertion m'impose l'obligation de choisir mes exemples parmi les gîtes les mieux connus pour leur ancienneté, leur étendue et leur importance; je le ferai sans peine.

Pour ce qui est du défaut d'unité d'allure, je renverrai le lecteur à la jolie carte des filons du district de Clausthall et Zellerfeld, publiée dans la 2<sup>e</sup> édition du Traité de la recherche des minéraux utiles (2). Tout en ayant une direction générale sur 8 heures très-nettement caractérisée, la plupart de ces filons présentent, sur une grande échelle, les changements de direction brusques, et plus généralement toutes les irrégularités d'allure que j'ai signalées dans les filons de Poullaouen et de Huelgoat, avec lesquels les gîtes du district de Clausthall ont une analogie frappante. C'est ainsi, pour ne citer qu'un exemple, qu'à son extrémité N.-O. le filon qui s'étend de Wildemann à Zellerfeld, présente un coude de 45° entre deux tronçons ayant, suivant la direction, 1.000 mètres de longueur pour l'un et 500 mètres pour l'autre; l'ensemble de ces deux tronçons ne forme pas le quart de l'étendue totale du gîte, et l'on peut s'assurer que la direction générale de cet immense filon diffère de la direction observée sur les 1.500

Exemples de variations d'allure.

Au Harz.

(1) De la continuité des gîtes métallifères, p. 34.

(2) *Id.*, page 166.

premiers mètres de plus de 30° au S.-O. pour l'un des tronçons, et au N.-E. pour l'autre. Jars nous apprend que c'est précisément dans cette partie anormale que l'exploitation a commencé. Or si on avait compté sur une allure uniforme pour chercher le prolongement du filon au S.-E. du premier tronçon, on aurait pu fouiller indéfiniment, à 400 mètres de la position réelle, dans une région entièrement stérile. Ce n'est qu'à une lieue de là qu'on aurait eu chance de retrouver un gîte exploitable sur le prolongement de cette direction. Personne assurément ne se serait tout d'abord porté aussi loin, de sorte qu'on aurait pu se trouver complètement fourvoyé pour avoir admis que la suite du filon devait exister sur le prolongement des 1.000 premiers mètres. Cette suite, qui recélait toute l'importance industrielle du gîte, aurait pu ainsi échapper à des recherches dispendieuses entreprises dans l'esprit du *système théorique*.

Les pentes ne sont pas moins sujettes que les directions à des écarts considérables. On peut s'en assurer en jetant les yeux sur la Pl. 16 de l'atlas de la Richesse minérale, planche qui se rapporte aux filons d'Andréasberg, dont le célèbre Samson fait partie. Si, en vue d'aller rejoindre la veine de Gnade-Gottes par un puits vertical, à 150 mètres au-dessous de la traverse *mm'*, on s'était basé sur la pente régulière des 80 mètres situés au-dessous, non-seulement on n'aurait rien trouvé au point assigné par le calcul; mais, par suite d'un retour du filon dans le mur, on aurait pu descendre indéfiniment sans rien rencontrer. Du point fixé *a priori* au filon, il n'y aurait pas eu moins de 50 mètres de terrain stérile à traverser, et comme, à moins de descendre préalablement sur le filon lui-même

(ainsi qu'on l'a fait sans égard pour les principes), rien ne pouvait indiquer dans quel sens devait être l'écart, la nécessité de chercher des deux côtés aurait pu donner lieu à une certaine de mètres de traverses stériles à ouvrir en sus des travaux projetés. Dans l'esprit du *système pratique*, ces travaux auraient été précédés d'une exploration partielle suivant la pente qui, tout en ayant chance de donner du minerai, aurait révélé la déviation et prévenu le mécompte.

Ces irrégularités d'allure ne sont pas des cas exceptionnels propres seulement aux filons du Harz. On en connaît des exemples dans les filons de Freiberg qui, en général, sont cités, avec raison, pour leur rectitude. Ainsi, je trouve dans les *Voyages métallurgiques* de Jars et Duhamel les faits suivants : « Le filon de Beschert-Gluck varie beaucoup dans son cours, se jetant tantôt à droite, » tantôt à gauche; il en est de même de son inclinaison (t. II, page 361). Le filon exploité dans la mine du prophète Jonas présente près du jour une pente de 65 à 70°, qui diminue à mesure d'approfondissement et approche de très-près la perpendiculaire (*ibid.*, page 367). La pente du filon principal de Lorentz-Gegen-trüm varie beaucoup, de manière qu'on ne peut la déterminer. » (*Ibid.*, page 386.)

Il est inutile de s'étendre davantage sur ce point. Je ne pourrais rien dire de plus concluant que cette dernière phrase contre le danger de croire que l'on peut, en toute sûreté, déduire l'allure d'une portion inconnue d'un filon de l'allure d'un de ses éléments, cet élément eût-il à lui seul l'étendue d'un filon ordinaire, représentât-il même les 3/4 et plus de l'étendue totale.

Exemples de défaut de continuité du minerai soit en profondeur, soit en direction.

Pour ce qui est de la distribution irrégulière du minerai dans le corps des filons, de la continuité de la matière exploitable avec profit et du degré de certitude qu'on peut avoir d'en trouver toujours dans la profondeur, je peux invoquer, de même, des exemples célèbres que j'emprunterai encore à la 2<sup>e</sup> édition du Traité de la recherche et de l'exploitation des minéraux utiles.

En Amérique. « Les gîtes de Potosi ont présenté un fait fréquemment observé dans les filons argentifères ; » la loi du minerai qui, dans les affleurements, » s'élevait en moyenne au-dessus de 0,0015, s'est » affaiblie en profondeur, et n'est plus aujourd'hui que de 0,0004 (1). »

En Espagne. Ainsi voilà un appauvrissement progressif dans le rapport de 1 à 4 pour une profondeur qu'on n'indique pas, mais qui ne doit pas être très-grande, vu l'immense étendue superficielle de ce remarquable groupe de filons, vu surtout la faiblesse des moyens dont on fait usage (2). J'ai eu occasion de rapporter ailleurs un exemple complètement analogue, relatif à la Sierra Almagrera. Les travaux n'avaient pas encore atteint la profondeur de 150 mètres que la richesse du minerai était déjà réduite dans le rapport de 1 à 3.

Un degré d'appauvrissement de plus dans l'un et l'autre de ces gîtes, et le minerai ne serait plus que de la roche sans valeur, c'est-à-dire qu'il aurait disparu pour l'exploitant, sinon pour le géologue. Par conséquent un puits poussé tout d'a-

(1) Traité de la recherche des minéraux utiles, p. 297.

(2) Voir dans la Revue des Deux-Mondes, de décembre 1846 et janvier 1847, le travail de M. Michel Chevalier sur les mines du Nouveau-Monde.

bord à la profondeur correspondante aurait eu le double inconvénient d'induire en erreur sur la valeur intrinsèque du gîte, et de retarder la réalisation des produits.

Dans ces deux cas on n'a considéré que la teneur du minerai, sans tenir compte de son étendue ; je vais citer un autre exemple où cet élément essentiel est mentionné. Je l'emprunte aux mines de Freiberg qui, sans être aussi populaires que celles de Potosi, sont plus importantes pour nous, parce qu'elles offrent plus de garantie de poursuite rationnelle et persévérante.

« Dans ces filons métallifères qui se prolongent » si loin, les gangues dominent, et souvent con- » tiennent à peine des traces des métaux recher- » chés. L'exploitation marche donc au hasard » plus que partout ailleurs, sans qu'on ait pu » fixer jusqu'à présent aucune règle, ni trouver » aucun moyen qui puisse servir de guide (1). » On peut supposer que ces traces des métaux recherchés sont une hypothèse théorique de l'auteur, car nous verrons plus bas que d'Aubuisson parle *d'espaces considérables absolument stériles*.

Il ne faut pas croire que ce soit seulement dans le sens de la direction qu'on rencontre de ces solutions de continuité du minerai ; il ne faut pas non plus supposer qu'elles peuvent être dues à quelque dérangement analogue à ce déplacement latéral de tout le filon, à cette sorte de *crin* que l'on cite à Holzappel « comme la seule » objection solide faite à la continuité des mines » rais, objection rayée désormais, dit-on, par la » découverte du filon rejeté dans un autre clivage

(1) Traité de la recherche des minéraux utiles, p. 172. Tome XII, 1847.

» du terrain encaissant (1) ; » non, le défaut de continuité du minerai s'observe aussi bien dans le sens de la pente que suivant la direction, sans que le filon lui-même cesse, pour cela, de se soutenir avec ses caractères et sa régularité ordinaires. C'est ce que montre nettement la *Pl.* 13 de l'atlas de la richesse minérale, belle planche qui donne, avec tous les détails désirables, en plan et en élévation, l'ensemble des filons qui composent la mine de Himmelfurst, la plus productive de Saxe au commencement de ce siècle. A cette époque les travaux avaient déjà atteint la profondeur de 300 mètres mesurés suivant la verticale ; mais le massif principal faisait défaut dans les 100 derniers mètres, et les massifs latéraux avaient manqué à une profondeur moindre encore. La partie exploitable reconnue formait à peine le 1/5 de l'étendue totale explorée : elle se montrait éparpillée en une vingtaine de massifs d'étendue variable et à peu près indépendants les uns des autres. Depuis 1815, suivant M. Burat, le niveau moyen des exploitations de ce canton est arrivé entre 300 et 400 mètres (2), et cela sans amélioration de cette mine importante, qui, de l'aveu du même auteur, « se trouve actuellement dans une situation très-médiocre. » C'est-à-dire qu'on n'y a plus trouvé de massifs importants et qu'on n'a plus fait que grapiller les restes des massifs reconnus du temps de Héron de Villefosse. La richesse actuelle de Freiberg existe à 10.000 mètres environ au N.-E. de la mine de Himmelfurst, dans

(1) De la continuité des gîtes métallifères, p. 42.

(2) *Ibid.*, p. 37 et 38.

des filons complètement indépendants de ceux qui composent cette mine.

Cet exemple de la rareté relative des espaces exploitables dans l'étendue d'un filon riche, de leur distribution capricieuse, et par-dessus tout cet exemple d'appauvrissement dans la profondeur, tous ces faits sont d'autant plus remarquables qu'il serait impossible d'en trouver d'autres plus concluants, attendu que jamais mine métallique n'a été assujettie, depuis plus longtemps et avec plus de persévérance, à un système d'exploitation plus prévoyant.

Dès les premiers temps les filons de la mine d'Himmelfurst ont été reconnus pour être très-inconstants ; « souvent auprès de l'endroit où » l'on avait les plus riches exploitations il se trouve des espaces considérables absolument stériles (1). » Néanmoins cette mine a eu un siècle de prospérité continue, et pendant tout ce temps on s'est astreint à consacrer une partie de ses revenus à la recherche de nouveaux champs d'exploitation.

Pour donner une idée du luxe de précaution qui a été apporté à la conservation de la mine de Himmelfurst, je citerai l'idée que d'Aubuisson en a rapportée. Il disait : « Le bien public exige que » l'on ôte la direction des mines aux simples particuliers (fussent-ils les propriétaires), pour la » confier à des corps qui sont plus propres à veiller » à la conservation et longue durée des exploitations ; qui, moins aveuglés et dirigés par l'intérêt du moment, pourront mieux combiner le » bien-être présent avec le bien-être à venir, et

(1) Histoire des mines de Freiberg, t. III, p. 21.

» diriger les travaux suivant les localités. Il n'y a  
 » pas de doute, si un pareil corps n'avait présidé  
 » à la direction des travaux de Himmelfurst, les  
 » cas que nous avons prévus seraient déjà arrivés :  
 » la mine ne serait plus (1). »

Malgré ces soins (excessifs peut-être), la mine de Himmelfurst a cessé d'être productive par suite de l'amoindrissement du minerai dans la profondeur.

En Autriche.

Même chose arrive dans les gîtes métallifères des États Autrichiens. Délius dit positivement : « La plus grande masse du minerai s'y trouve » ordinairement à une moyenne profondeur au- » dessous de laquelle le minerai diminue et s'ap- » pauvrit jusqu'à ce qu'il devienne inexploita- » ble (2). » On ne saurait mieux peindre la ma- » nière d'être qui paraît être propre à l'ensemble du minerai répandu, en plusieurs massifs, dans les mines de Huelgoat, de Poullaouen et de Himmelfurst ; et il est à remarquer que lorsqu'il exprimait l'opinion que je viens de rapporter, Délius connaissait des exemples de mines exploitées et fort productives à 600 mètres de profondeur (3). Néanmoins loin de conclure d'un petit nombre de cas nullement décisifs encore, la généralité d'un principe qui se serait trouvé en désaccord formel avec nombre de faits qu'il avait pu constater d'une manière précise, il était assez convaincu de la nature exceptionnelle de ces exemples de continuité apparente pour dire : « Les minéralogistes qui ont » prétendu que les veines métalliques n'étaient

(1) Histoire des mines de Freiberg, p. 21 et 22.

(2) Traité de la science de l'exploitation, t. I, § 53.

(3) Instruction sur l'art des mines, t. I, § 52.

» que des ramifications d'un tronc, qui doit abou-  
 » tir au centre de la terre, font connaître qu'ils  
 » ne se sont jamais mêlés de l'intérieur de l'ex-  
 » ploitation et qu'ils n'en ont aucune connais-  
 » sance (1). » Je passe la suite qui est plus éner-  
 gique encore, et je renvoie le lecteur aux sages  
 conseils que l'auteur donne, en vue de tenir les  
 exploitants en garde contre le penchant que l'on  
 a pour attribuer l'abandon des mines à des causes  
 accidentelles plutôt qu'à leur appauvrissement.

Non-seulement il est facile de trouver des  
 exemples nombreux de défaut de continuité du  
 minerai dans la profondeur, mais on peut s'as-  
 surer que, sans sortir de la zone au-dessous de  
 laquelle certains filons se montrent inexploitable,  
 on est grandement exposé à tomber au milieu  
 d'espaces stériles bien caractérisés d'ailleurs, et  
 assez étendus soit pour faire désespérer de la va-  
 leur des filons les plus riches, soit pour donner  
 lieu à un surcroît de travaux improductifs, c'est-  
 à-dire à un mécompte considérable, dans le cas  
 où la disposition générale du minerai n'aurait pas  
 été reconnue préalablement par des travaux de  
 direction étendus.

Le plan et le profil de la mine de Himmelfurst  
 publié par Héron de Villefosse, et ceux que j'ai  
 donnés de Poullaouen et de Huelgoat, fournissent  
 plus d'un exemple irrécusable de cette circonstance.  
 On y voit des intervalles stériles de 150 mètres et  
 plus, flanqués de massifs exploitables appartenant  
 les uns et les autres à un même filon régulier et  
 parfaitement caractérisé, même dans les parties  
 stériles. Combinée avec les écarts auxquels l'allure

(1) Instruction sur l'art des mines, t. I.

est sujette, cette manière d'être suffirait pour justifier toutes nos objections contre le système théorique, sans qu'il soit nécessaire de soulever la question plus controversable de la continuité indéfinie du minerai dans la profondeur.

Mais puisqu'on a gardé le silence sur le fond de mon argumentation pour s'attacher exclusivement à un point que j'avais à peine indiqué, et non pas d'une manière générale, mais pour une classe de filons toute spéciale, je suivrai la critique sur ce terrain, prêt à montrer que le système théorique n'est pas moins vulnérable sur ce point que sur tous ceux que je viens d'examiner.

De la continuité  
des gîtes métal-  
lifères en profon-  
deur.

Je ferai remarquer d'abord que lorsqu'on la considère d'une manière absolue et abstraction faite de la quantité, la question de la continuité indéfinie du minerai dans la profondeur ne serait pas du ressort de la pratique si elle devait réellement se résoudre dans le sens adopté par l'auteur de l'article sur la *Continuité des gîtes métallifères*. Des considérations purement théoriques permettraient peut-être d'arriver à une conclusion probable, mais ce serait sans grande utilité pour l'exploitant, qui ne peut pas, lui, faire abstraction de la quantité et poursuivre indéfiniment un filon devenu improductif. Si donc les quelques exemples négatifs jusqu'à ce jour, que l'on a recueillis dans toutes les parties du monde, devaient prévaloir contre des centaines d'exemples contraires, qui semblent plus concluants, et si la théorie se prononçait invinciblement pour la continuité indéfinie du minerai dans la profondeur, la pratique n'en serait pas moins forcée de laisser cette théorie à la géologie pure. Pour devenir applicable à l'exploitation, une théorie pareille aurait besoin d'être

complétée de manière à signaler nettement les caractères auxquels on peut reconnaître à priori les mines indéfiniment exploitables avec profit de celles qui ne le sont pas : sans cela cette théorie serait un appât et non un guide, et l'on a vu que cet appât serait généralement trompeur. Si au contraire la théorie, s'ajustant naturellement à l'ensemble des faits connus, venait à admettre, entre autres circonstances, la possibilité d'une étendue de minerai variable de zéro à l'infini, aussi bien en profondeur que dans les autres sens, non-seulement cette théorie serait sans danger pour la pratique, mais elle pourrait lui être utile en la détournant de recherches superflues, une fois que la manière d'être du filon et la disposition du minerai auraient été reconnues sur une étendue suffisante.

Dans cet état de choses, et en présence des nombreux faits de défaut de continuité apparente qui paraissent admissibles, il importe de rechercher si l'on ne peut pas expliquer ces faits par des considérations théoriques généralement adoptées, jointes à des expériences positives applicables à l'espèce. On va voir qu'une théorie de la distribution du minerai dans le corps des filons peut être établie conformément à l'ensemble des faits connus, et cela d'une manière plus solide que la théorie contraire. Cette théorie nouvelle conduira à des conclusions diamétralement opposées, et achèvera de justifier d'une manière générale le système de prudence que je voudrais faire prévaloir.

Précisons d'abord les faits. J'ai déjà cité d'une manière générale la célèbre mine de Himmelsturf, en Saxe, comme un exemple parfaitement

Exposition  
des faits.

authentique de la possibilité du défaut de continuité des minerais dans la profondeur.

Cet exemple mérite d'être examiné de plus près, car il est non-seulement le moins contestable, mais encore le mieux caractérisé du petit nombre de ceux que je possède.

Le minerai se compose de galène argentifère et de différents minerais d'argent natif, sulfuré, rouge, etc.

En considérant comme un seul gîte l'ensemble des veines qui s'embranchent l'une sur l'autre dans la mine de Himmelfurst, si l'on totalise les différents petits massifs de minerai que Héron de Villefosse a figurés sur le plan, et si l'on représente leur étendue aux neuf différents niveaux du profil par un diagramme analogue à ceux que j'ai tracés pour les filons de Poullaouen et de Huelgoat, on reconnaît que la décroissance du minerai dans la profondeur est plus rapide encore et plus régulière en Saxe qu'en Bretagne. Le maximum d'étendue exploitable dans le sens horizontal se trouve à la profondeur de 160 mètres : à ce point, l'étendue totale est de 650 mètres environ.

Au-dessus du maximum, l'étendue exploitable décroît lentement d'abord sur une hauteur de 75 mètres, puis elle se réduit rapidement à zéro à une cinquantaine de mètres au-dessous du jour, à l'exception d'un point de peu d'importance et complètement isolé, qui s'élève davantage.

Au-dessous du maximum la décroissance devient tout d'abord rapide, uniforme et d'une régularité surprenante, de manière à réduire à moins de 100 mètres l'étendue horizontale exploitable à la profondeur de 240 mètres. A ce point le minerai décroît moins rapidement, mais

assez encore pour finir à rien, à la profondeur de 300 mètres.

L'ensemble du diagramme figure le profil d'un champignon qui aurait en largeur près de quatre fois la hauteur de sa tête, et dont le pied étroit et bas irait en s'amincissant jusqu'à la racine.

L'aplatissement de la partie supérieure du dépôt métallifère, bien qu'il ne soit nullement borné par la surface du globe, ses côtés arrondis, la décroissance de l'étendue exploitable plus brusque et plus régulière au-dessous du maximum qu'au-dessus, la terminaison en pointe vers le bas, tous ces caractères se retrouvent, à différents degrés, dans les diagrammes donnés pour Huelgoat et surtout pour Poullaouen (1).

L'aplatissement de la partie inférieure est d'ailleurs bien moins prononcé à Huelgoat, surtout, qu'à Freiberg, où le minerai se trouve distribué dans une zone horizontale nettement caractérisée.

Il importe de remarquer que la limite rectiligne et presque horizontale de l'ensemble des dépôts métallifères qui constituent la mine du Himmelfurst, ne peut pas être attribuée à un arrêt arbitraire des travaux à la profondeur correspondante à cette limite. On pourrait, à la rigueur, faire cette objection pour Poullaouen, mais pour Himmelfurst ce n'est pas possible, attendu que l'ex-

(1) La nécessité de resserrer les figures pour les faire entrer dans les planches qui contiennent les plans de ces mines a fait adopter pour l'étendue horizontale une échelle beaucoup plus petite que pour la hauteur; ce qui a dissimulé la forme aplatie de l'ensemble du dépôt et exagéré sa terminaison en pointe vers le bas. (Voir Annales des mines, 4<sup>e</sup> série, t. X.)

pl exploitation de cette mine a été vainement poursuivie à plus de 100 mètres au-dessous de la limite inférieure du massif de minerai. Il résulte donc de cet aplatissement régulier que ce n'est pas seulement en un point que le minerai semble disparaître au-dessous d'un certain niveau, mais que c'est bien réellement sur toute l'étendue du développement horizontal de 4.000 mètres que les filons de la mine de Himmelfurst présentent.

De l'analyse qui précède, je conclus que lorsqu'on cherche à traduire d'une manière précise la disposition générale des minerais que Délius attribue à la plupart des filons métalliques, on arrive à reconnaître (pour un nombre d'exemples que l'absence de documents précis rend malheureusement trop petit) :

1° Qu'il existe des filons importants dans lesquels l'étendue métallifère paraît être limitée par une zone horizontale, qui n'atteint pas nécessairement la surface du globe et qui s'étend à une profondeur variable ;

2° Que le minerai se trouve éparpillé dans cette zone en massifs de nombre, de forme et d'étendue variables, qui peuvent être indépendants et séparés par des intervalles stériles plus ou moins considérables ;

3° Que l'ensemble du dépôt métallifère se montre généralement terminé en pointe à sa partie inférieure (1).

(1) Les trois exemples cités porteraient à supposer que la profondeur à laquelle se trouve le maximum d'étendue du minerai est comprise entre le tiers et la moitié de la profondeur totale à laquelle on a coutume de pousser les travaux, attiré par la continuation des caractères du gîte.

Tels sont les faits que j'ai cherché à établir au moyen du petit nombre de données précises que je possède.

Reste à mettre ces faits d'accord avec les théories géologiques qui sont généralement admises aujourd'hui.

Théorie applicable à ces faits.

MM. Dufrenoy et Élie de Beaumont, dans leur *Introduction à l'explication de la carte géologique de France*, disent :

« Quelques filons métalliques ont été remplis » de matières fondues qui y ont été injectées. » D'autres filons paraissent avoir été remplis par » des matières sublimées ou entraînées par un » courant gazeux. D'autres enfin paraissent avoir » été remplis par des matières tenues en dissolution dans des eaux qui, peut-être, étaient à une » haute température » (page 43).

Relativement aux filons de la première catégorie, j'accorde qu'il n'y a pas, ou, pour mieux dire, que je ne vois pas « de raison générale pour » qu'ils se modifient dans leur composition » moyenne à mesure que nos travaux s'approfondissent (1) ; » aussi me serais-je contenté de signaler le désaccord de la pratique avec la théorie, si tous les filons métalliques avaient été unanimement rangés dans cette classe. Quant à ce qui est des autres, il me semble qu'il n'est plus possible de dire « qu'il n'y a aucune raison générale » pour que ces filons se modifient dans leur composition moyenne. » Car, sans affirmer qu'ils doivent nécessairement se modifier, il est facile de concevoir des raisons qui rendent ces modifi-

(1) De la continuité des gites métallifères (Annales des mines, 4<sup>e</sup> série, t. XI, p. 36.)

cations possibles. En effet, formés par sublimation, les filons ont pu donner lieu à une disposition de minerai analogue à ces dépôts annulaires qu'on obtient au haut d'un tube au fond duquel on chauffe une matière volatilisable. Formés par dissolution ils peuvent également présenter une disposition semblable, attendu que la chaleur du foyer d'où émanaient les matières métalliques, a pu soutenir le liquide à une distance peu éloignée de la surface.

Dans l'un et l'autre cas, la disposition en zone horizontale se trouverait expliquée naturellement. La position moyenne de la limite supérieure de cette zone dépendrait d'une question d'équilibre entre les causes réfrigérantes propres au voisinage de la surface et les causes qui ont dû naître de la mise en communication de la cassure avec le foyer central. Le plus ou moins de hauteur de cette zone, et, par suite, la position de la limite inférieure dépendrait de la durée et de l'abondance de l'émission métallique par rapport à la capacité de la cassure. Enfin, entre autres moyens de rendre compte de la terminaison du massif de minerai en pointe, on pourrait supposer que l'émission n'avait lieu que par intermittence (à la manière de ces bouffées de gaz qui s'échappent du cratère d'un volcan) et par un petit nombre de points de moindre résistance, situés au fond de la cassure. Cette bouche, unique ou non, qui correspondait sans doute à la partie la plus large du filon, devait s'ouvrir au milieu d'une masse pâteuse; elle a donc pu fonctionner comme une soupape de sûreté et n'émettre ainsi que des quantités de matières métalliques limitées et variables d'un filon à l'autre, malgré l'immensité du réservoir commun. Dès

lors on comprendrait que les premières émissions s'étant condensées suivant un plan vertical perpendiculaire à la cassure, et passant par la source, une fois que les vides du filon les plus rapprochés de ce plan se sont trouvés remplis, le courant a dû se diviser en deux et se répandre sur les côtés de plus en plus loin, en se condensant successivement de haut en bas. Ce mode de génération aurait naturellement dessiné la pointe plus ou moins obtuse que nous avons observée.

De cette manière, les causes complexes qui auraient présidé au dépôt des minerais rendraient compte sans peine des variétés infinies qu'on rencontre parmi les gîtes métallifères, et l'on ne verrait plus rien d'inadmissible dans l'opinion si accréditée de l'existence des *coureurs de gazon*, c'est-à-dire de filons qui ne contiendraient des substances métalliques qu'au voisinage de la surface, sous forme d'amas, sans étendue et sans profondeur.

Pour ce qui est de la rareté du minerai dans la zone exploitable et de sa discontinuité dans le sens de la direction, ces deux circonstances tiendraient à ce que le minerai ne s'est déposé que là où il a pu trouver place; or, dans une cassure étroite inégale, dont le toit et le mur se sont déplacés, et qui souvent n'a reçu le minerai qu'à la suite de différentes matières pierreuses, on comprend que le vide subsistant a pu être fort irrégulier en général et très-variable d'un filon à l'autre. Il est donc facile de concevoir l'existence d'espaces stériles de 150 mètres et plus dans le sens horizontal, entre deux massifs métalliques appartenant à un même filon parfaitement caractérisé dans l'intervalle.

Du reste, je possède trop peu de faits précis

pour vouloir instituer une théorie complète de la formation des filons. Je ne prétends même pas que la théorie que j'indique s'applique d'une manière irréprochable aux faits que j'ai rapportés. Il me suffit d'avoir montré que la continuité du minerai dans la profondeur (en quantité exploitable surtout) n'est pas un fait nécessairement commandé par les théories géologiques.

On voit au contraire qu'il n'est pas déraisonnable d'admettre que des filons importants peuvent se rencontrer dont l'exploitation vienne à avoir un terme par suite de l'épuisement bien réel du minerai. On voit de même que la présence du minerai dans les affleurements ne peut rien apprendre touchant la profondeur du gîte, et que l'importance industrielle d'un filon métallique ne peut être appréciée, jusqu'à présent, qu'au moyen de travaux d'exploration multipliés et étendus.

Il suit de là, et c'est ce que je voulais démontrer, que ces sortes de travaux doivent toujours précéder l'établissement des grands ouvrages définitifs nécessaires à l'économie de l'exploitation.

Pour se convaincre que l'on ne procède pas autrement dans les exploitations courantes, il suffit de jeter un coup d'œil sur quelques profils de mines métalliques. On y verra presque toujours un puits principal approfondi au centre des massifs métallifères et flanqué à droite et à gauche de puits moins profonds, quoique plus anciens. Ces petits puits, concurremment avec les galeries supérieures, ont servi à la reconnaissance et à la première exploitation du gîte. Ce n'est qu'à la suite des indications fournies par ces premiers travaux qu'on s'est décidé à entre-

prendre un grand ouvrage d'avenir destiné à vivre autant que l'exploitation; mais on n'a presque jamais commencé par là.

§ III. Je n'ai plus qu'à montrer que les théories qu'on m'a opposées ne sont pas concluantes, et que les faits sur lesquels on s'est appuyé, loin de renverser le système que je recommande, n'en sont que des applications faciles à déduire.

Rappelons d'abord ces théories géologiques que j'aurais méconnues, selon l'auteur de l'article, sur *la continuité des gîtes métallifères* : il a pris soin de les résumer; je les reproduis textuellement :

« Les filons résultent de cassures postérieures aux terrains encaissants et remplies postérieurement à leur formation par des gangues et des minerais. On trouve des filons dans toute la série des terrains, à la seule exclusion des terrains tertiaires. »

Principes de la géologie appliquée.

« 1° Les filons affectent les caractères d'allures conformes à leur origine; ils se modifient suivant les conditions des roches fracturées, suivant les clivages plus ou moins faciles du terrain, mais ils conservent dans leur plan de marche la régularité et la continuité qui justifient leur définition (1). »

« 2° L'origine des filons est due à des actions souterraines, par conséquent il n'y a aucune raison générale pour qu'ils se modifient dans leur composition moyenne à mesure que nos travaux s'approfondissent (2). »

Voilà ces grands principes de l'art consacrés

(1) De la continuité des gîtes métallifères, p. 32.

(2) *Id.*, p. 36.

par soixante-dix années d'observations faites dans toutes les parties du monde et par tous les travaux de trente géologues de tous les pays (1) qu'on évoque nominativement contre moi, depuis Werner jusqu'à M. Pellico. On aurait pu remonter plus haut encore, car tout cela avait été dit bien avant Werner.

Insuffisance  
de ces principes.

J'admets pleinement le premier paragraphe, mais ce n'est qu'un énoncé général; l'application est toute à faire et elle est loin d'être facile. Quant au second paragraphe, il porte son application avec lui, mais je doute que, ainsi faite, elle soit assurée de l'appui du cortège de savants dont on invoque l'autorité. D'ailleurs, l'eût-elle, quel secours veut-on qu'un exploitant tire de principes aussi vagues au fond que ceux qui ont trait à la cassure, aussi peu positifs que ceux qu'on applique à la continuité des minéraux? Assurément ils ne lui apprendront pas à distinguer, parmi les innombrables filons dont notre globe est semé, ceux qui peuvent être une cause de ruine, de ceux qui doivent devenir une source durable de fortune. Or c'est là toute la question. Ils ne lui apprendront même pas à distinguer *à priori* l'allure accidentelle d'un filon, de son allure générale, ni les régions stériles qu'il peut renfermer, des parties productives. Que lui apprendront-ils donc? Que le minerai doit infailliblement se continuer quelque part à une profondeur indéfinie et en quantité toujours exploitable, si elle s'est montrée telle au voisinage de la surface? Mais j'ai démontré que si cette assertion est soutenable à la rigueur pour une classe de

(1) De la continuité des gîtes métallifères, p. 31 et 46.

filons, elle peut être erronée pour tous les autres qui sont en plus grand nombre. Autrement, si on fait abstraction de la quantité, qu'importe à l'exploitant qu'il y ait continuité du minerai s'il ne doit en résulter pour lui qu'une continuité de dépenses improductives? Car, il ne faut pas l'oublier, la poursuite d'un filon n'est pas une expérience scientifique, c'est uniquement une affaire industrielle: il s'agit donc bien moins de vérifier une théorie qui ne tient pas compte des quantités, que de faire valoir un capital. En pareille matière toute abstraction est suspecte. Aussi, loin de revenir sur l'opinion que je m'étais formée de l'insuffisance actuelle de la théorie, je serais porté à croire que l'auteur de l'article sur la continuité des gîtes métallifères était mieux inspiré lorsque, dans un autre ouvrage, il disait: « Si la théorie des gîtes métallifères, appuyée sur des faits nombreux identiques dans toutes les parties du globe, peut être aujourd'hui considérée comme établie, les conditions pratiques, c'est-à-dire celles qui règlent l'allure et la richesse des mines sont purement locales. Il n'y a donc point de formules générales pour déterminer les conditions d'allure et de richesse: c'est uniquement par l'expérience qu'un ingénieur peut arriver à des principes rationnels d'exploitation. » (Traité de la recherche et de l'exploitation des minéraux utiles, 2<sup>e</sup> édition, p. 211.)

Quand j'ai livré aux Annales mes notes sur les mines du Midi de l'Espagne, la première édition du Traité de la recherche des minéraux utiles était seule publiée et elle ne contenait rien de pareil à ce qu'on vient de lire; c'est précisément ce qui a donné lieu à la discussion que j'ai soulevée. Après

le passage de la deuxième édition que je viens de citer, on se demande sur quoi porte notre désaccord : sur bien peu de chose au fond, sur un sentiment. Si, d'une part, je n'ai pas préconisé la théorie avec autant de confiance ; de l'autre, je ne l'abandonne pas aussi absolument. Ainsi M. Burat pense que la théorie est complète, et il proclame son impuissance ; tandis que je suis porté à croire que si elle est impuissante, c'est en grande partie parce qu'elle est incomplète. C'est pourquoi, en publiant quelques exemples de filons, je tâchais de faire sentir la nécessité de multiplier ces exemples pour préparer l'établissement d'une véritable application de la géologie à l'exploitation des mines métalliques. Jusqu'à présent cette application est à peine ébauchée, puisque, hormis les failles, il n'y a pas un seul problème d'exploitation dont on ait donné une solution même approchée, pour lequel on ait fait connaître les limites entre lesquelles l'inconnue est habituellement comprise. Il y a plus, pendant que la géologie pure, faisant des pas immenses, s'est fondée solidement, en empruntant aux gîtes métallifères ses inductions les plus décisives, l'application de cette science à l'exploitation des mines est restée stationnaire à ce point que, relativement aux lois qui peuvent régir l'allure réelle des filons, leur structure et la distribution du minerai dans leur étendue, la théorie n'a rien ajouté à ce que la pratique enseignait du temps de Jars, de Duhamel et de Délius, c'est-à-dire bien avant Werner. Pour tout ce qui n'est n'est pas cassure plane, uniforme et uniformément remplie de minerai, on en est encore à quelques faits vaguement décrits que l'on croit avoir

Esprit dans lequel il convient d'établir une application positive de la géologie à l'exploitation des mines métalliques.

suffisamment caractérisés quand on les a rangés dans une certaine classe de cas, accidentels dont on fait volontiers abstraction, bien qu'elle comprenne précisément tous les points qu'il importerait le plus d'éclairer, les seuls, à bien dire, qui puissent embarrasser l'exploitant.

Ce fait singulier tient peut-être, d'une part, à ce que les hommes d'étude ne sont pas suffisamment initiés aux besoins de la pratique ; et, de l'autre, à ce que les exploitants n'ont pas le temps de se faire hommes d'étude. Ce serait, du reste, une erreur de croire que les exploitants dédaignent les théories : si les industriels, en général, redoutent, avec raison, les théories confuses et mal établies, ils font au contraire grand cas des théories nettement formulées et reconnues pour s'appliquer à un nombre respectable de faits ; ils savent qu'il n'y a pas de mobile plus capable de provoquer les recherches, de les diriger et de conduire aux découvertes. Toute théorie est donc sûre de se faire adopter, lorsqu'elle sera nette et concluante relativement à l'application, et lorsque, en même temps, elle se trouvera d'accord, d'une manière incontestable, avec un nombre suffisant de faits bien constatés. Or, dans la théorie et dans les principes qu'on nous oppose, il est impossible de reconnaître ces caractères essentiels. La théorie des filons qui a cours n'est pas nette, parce que, relativement à la cassure, elle admet tant et de si grandes exceptions à la régularité d'allure, que cette régularité ne peut être regardée comme établie que pour le géologue qui n'a à considérer que l'ensemble, et nullement pour l'exploitant qui ne peut connaître l'ensemble que lorsque les travaux sont assez avancés pour qu'il n'ait plus besoin de

Raisons de l'insuffisance de la théorie.

règle. Cette théorie n'est pas concluante parce que, relativement au minerai, elle ne dit rien de la quantité et n'apprend rien des lois qui peuvent présider à sa distribution dans le corps des filons. Enfin j'ai montré que tous les principes pratiques qu'on a déduits de cette théorie, loin d'être généralement consacrés par l'expérience, étaient en désaccord formel avec des exemples considérables, soit par leur nombre, soit par la grandeur des écarts signalés, soit enfin par l'esprit de prévoyance et de désintéressement observé dans les mines citées.

Il ne faut donc point s'étonner si une théorie aussi peu avancée ne conduit pas à des principes solides. On peut même établir, par induction, que toute théorie de ce genre donnera lieu à d'énormes mécomptes tant qu'elle fera abstraction des cas appelés accidentels et qu'elle ne se reconnaîtra pas pour être essentiellement subordonnée à l'observation locale des faits que nous recommandons. En effet, si la mécanique industrielle qui opère sur des éléments saisissables et susceptibles d'être mesurés avec précision, exige néanmoins, à l'application, des coefficients qui réduisent les résultats théoriques du quart, du tiers, de la moitié, est-il possible que la géologie puisse conduire à des formules directement applicables avec sécurité, elle qui n'en est encore qu'à l'énoncé général du problème, relativement aux filons métalliques?

Je conclurai de ce qui précède que l'application de la géologie à l'exploitation des mines n'existe pas encore et qu'elle n'existera réellement que lorsqu'on aura découvert les lois qui peuvent présider, soit à la disposition exacte et non idéale de la cassure, soit à la distribution du minerai. Cela

fait, il faudra y joindre des observations de détail précises, multipliées et concordantes, propres enfin à donner ces coefficients sans lesquels une formule théorique n'entre jamais dans le domaine de la pratique, qu'à l'état d'aperçu.

Il me semble d'ailleurs que si l'Application de la Géologie à l'Exploitation des filons laisse tant à désirer, c'est moins parce que les observations suffisamment précises et nombreuses manquent, que parce qu'on ne leur accorde pas l'importance qu'elles méritent et qu'on laisse dans l'ombre celles qui sont le plus dignes d'attention, au lieu de chercher à les coordonner pour en tirer parti. J'oserai donc rappeler aux géologues qui, par leurs travaux antérieurs, se sont montrés capables de combler cette lacune de la science, le reproche que Lavoisier adressait à certains chimistes de son temps : « Autrefois, disait-il, on n'avait pas encore de faits et l'on formait des systèmes; et aujourd'hui que nous avons rassemblé des faits, il semble que nous nous efforcions de les repousser quand ils ne cadrent pas avec nos préjugés, tandis que pour étayer nos systèmes nous nous contentons d'assertions sans preuves, ou que, du moins, nous regardons comme telles de très-légères probabilités (1). »

Si les théories qu'on nous a opposées ne sont pas concluantes, les faits ne le sont pas davantage. Ainsi on a cru démontrer la généralité du principe de la continuité indéfinie des minerais dans la profondeur en faisant voir qu'il était possible de trouver dans le monde jusqu'à douze exemples de

Insuffisance  
des faits qu'on  
nous oppose.

(1) Chimie de Lavoisier. Discours préliminaire, p. xv et xvi.

filons exploités à des profondeurs de 80, 200, 300, 600 et 800 mètres, « sans qu'aucune altération dans l'allure ait pu faire présumer une sup-  
» pression (1). » Je ne comprends pas quelle peut être l'importance de cette objection, attendu que, d'une part, je n'ai pas assigné de limite à la profondeur exploitable, et que, de l'autre, je n'ai jamais prétendu que la totalité des gîtes métallifères dût, sans exception, rentrer dans la catégorie de ceux dont j'ai parlé. Il y a plus, examinés de près, plusieurs des exemples négatifs qu'on met en avant à l'appui du principe de la continuité, pourraient bien former au contraire de nouveaux cas de la manière d'être que j'ai signalée. Ainsi considérons ce Samson d'Andréasberg qui correspond à la plus grande profondeur citée. La *Pl. XV* de l'Atlas de la richesse minérale en donne le plan et le profil. On y voit que ce gîte si remarquable par sa richesse appartient à un groupe de trois veines fort inégalement productives, qui se coupent *sans enrichissement à l'intersection* (2). Exploité à une profondeur de plus de 460 mètres en 1808, le minerai (galène argentifère et argent rouge) formait dans le Samson un massif unique très-régulier dont la disposition, à sa partie supérieure, était exactement la même que nous avons observée ailleurs et dont l'étendue horizontale atteignait déjà 550 mètres, tout en continuant de croître régulièrement à mesure qu'on descendait.

Même en réunissant en un seul massif le mi-

(1) De la continuité des gîtes métallifères, p. 35 et suivantes.

(2) Richesse minérale. Explication des planches 15 et 16.

nerai répandu dans les trois filons embranchés l'un sur l'autre, il est évident que l'on n'avait pas encore atteint ce maximum d'étendue exploitable dans le sens horizontal, dont nous avons pu reconnaître l'existence pour d'autres cas plus complets. Or, bien que nous ne possédions pas assez d'exemples précis, relativement à la distribution du minerai dans les filons, pour déduire de la disposition du massif à la partie supérieure sa manière d'être dans la profondeur, il est permis de penser que puisque la partie supérieure affecte la même disposition à Andréasberg qu'en Saxe et en Bretagne, la partie inférieure peut être assujettie aux mêmes lois.

Tant qu'on ne fournira pas un profil exact de l'exploitation du Samson, parvenue à la profondeur actuelle de 800 mètres, je n'aurai garde de raisonner sur son avenir, mais je ferai remarquer que, dans le petit nombre d'exemples que nous avons pu analyser, la profondeur totale du massif exploitable paraissait comprise entre le double et le triple de la profondeur propre au maximum d'étendue horizontale et que, à ce compte, il est possible de voir le Samson descendre à 1.400 mètres, tout en fournissant un nouvel exemple de cette terminaison en profondeur, que nous admettons pour bon nombre de filons et dont nous croyons avoir fourni des exemples palpables.

Cet aperçu autorise donc à croire que le temps de se prononcer sur la question qui nous occupe n'est pas encore venu pour le plus décisif des exemples qu'on a pu recueillir. De sorte que les faits rapportés ne prouvent absolument rien contre ce que j'ai avancé.

Je serais heureux si le sens et la portée de cette

discussion étaient mieux compris que la première fois et si, préoccupé seulement de l'intérêt d'un art important, on sentait la nécessité de se livrer à de nouvelles recherches pour essayer de compléter les théories qui ont cours au moyen d'observations multipliées et précises :

Principaux éléments à faire entrer dans les lois dont la connaissance manque.

1° Sur la forme réelle de la cassure ;  
2° Sur le rapport que les variations de cette forme peuvent avoir, soit avec la disposition de la roche soulevante, soit avec la manière d'être et la nature de la roche encaissante, soit encore avec l'existence de cassures différentes dans le voisinage ;

3° Sur la distribution du minerai dans le gîte, considérée par rapport à l'étendue, à la forme et à la capacité de la cassure d'une part, de l'autre à la nature du minerai, sans parler de la nature de la roche encaissante, élément sur lequel l'attention est déjà appelée ;

4° Sur les rapports qui peuvent exister entre la manière d'être du minerai dans la partie supérieure du gîte et son étendue en profondeur ;

5° Enfin sur les caractères qui peuvent faire distinguer les filons exploitables avec profit de ceux qui ne le sont pas.

Jusqu'à ce que ces questions importantes soient résolues, je me croirai autorisé à regarder les théories actuelles comme trop peu concluantes dans l'espèce pour pouvoir servir de bases à des principes aussi généraux et aussi absolus que ceux dont j'ai emprunté le texte au *Traité de la recherche des minéraux utiles*, et je ne considérerai les *grands principes de la science* que comme des approximations grossières, utiles néanmoins à titre d'approximations.

De l'ensemble de faits et de considérations que je viens de faire valoir, à l'appui de mon opinion, je persiste à conclure avec plus de confiance 1° que dans une exploitation naissante, au milieu d'une région inconnue, le premier soin doit consister à s'efforcer de reconnaître le plus promptement possible si le filon paraît ou non promettre une quantité suffisante de minerai, qu'il faut profiter des travaux de reconnaissance pour s'instruire de l'allure du filon, des variations qu'elle présente, de la manière d'être du minerai en disposition et en étendue, et que l'importance et la disposition des travaux d'avenir à projeter doivent être réglées uniquement sur l'importance des données acquises par les travaux préparatoires et non sur des hypothèses théoriques qui ne sont pas encore établies avec toute la solidité que la pratique doit exiger.

Conclusions relatives aux règles à suivre dans la poursuite des gites métallifères.

2° Si la région n'est pas inconnue, si de nombreux gîtes voisins ont déjà permis d'établir l'importance des filons de la localité, le plus ou moins de régularité de leur allure, leur étendue et surtout la manière d'être habituelle du minerai, la question doit être regardée comme moins obscure, et il convient de profiter de l'expérience acquise, en entreprenant les travaux préparatoires avec plus de hardiesse, mais toujours en se basant sur des analogies directes et non sur des théories générales, en se gardant surtout de donner pour assuré un succès qui n'est jamais que plus ou moins probable.

3° Enfin, dans le cas d'une exploitation ancienne et parfaitement connue, si l'épuisement prochain des parties du gîte qu'on peut atteindre appelle la création d'un nouveau champ d'explo-

tation en profondeur, il faut bien se garder de déduire de pures considérations théoriques la convenance de faire une dépense considérable de temps et d'argent : dans ce cas, plus qu'en tout autre, les travaux antérieurs doivent suffire pour enseigner ce qu'il convient de faire. On considérera d'abord ce que la dépense projetée doit ajouter au prix de revient du minerai, en supposant qu'il se soutienne tel qu'on l'exploite depuis un certain temps, on examinera ensuite si par sa disposition générale le minerai paraît tendre à se soutenir, à croître ou à s'amoindrir : au moyen de ces données et de la connaissance des profits ou pertes propres à l'exploitation antérieure, on prendra son parti en connaissance de cause.

Si l'on possède plusieurs filons, la question reste la même tant qu'ils sont indépendants. Si, au contraire, ils semblent pouvoir se couper dans la profondeur qu'on se propose d'atteindre, il est permis de compter cette circonstance comme une chance d'amélioration dans le produit, mais comme une chance seulement et non comme une certitude. Cette chance d'ailleurs sera d'autant plus grande et par suite aura d'autant plus de valeur que les filons seront plus nombreux, les intersections possibles plus multipliées et surtout que la loi d'enrichissement dans ces intersections aura été mieux caractérisée et plus constante dans les travaux antérieurs de la localité.

Enfin, dans tous les cas possibles, tous calculs achevés, après avoir tâché d'y faire entrer tous les éléments de l'affaire, il restera la part du sentiment, qui intervient toujours si puissamment dans toutes les déterminations des hommes et que l'on ne saurait interdire, puisqu'en tout nous finissons

toujours par aboutir à l'inconnu. C'est là, au second rang, que les considérations théoriques pourront être admises pour faire pencher la balance d'un côté ou de l'autre.

Parmi les exemples de poursuite de filons en profondeur, cités par l'auteur de l'article sur la continuité des gîtes métallifères, je n'en vois pas un qui ne puisse être considéré comme strictement conforme aux principes que je viens de récapituler. Pour les uns il y a eu continuité de richesse, dès lors il n'y avait pas lieu d'hésiter à poursuivre l'exploitation; pour les autres, il y avait une agglomération de gîtes si exceptionnelle et une masse tellement grande d'intérêts attachés à l'exploitation des mines, qu'il existait bien des raisons de tenter un sacrifice même important. Pour d'autres enfin, la grande valeur du minerai, le peu de profondeur des anciens travaux ou l'analogie du filon avec des gîtes voisins qui avaient donné de beaux résultats, toutes ces circonstances formaient autant de motifs suffisants pour ne pas se rebuter au premier échec.

Dans ces différents cas, ou je me trompe fort, ou la part des grands principes de la science (comme on les a appelés et tels surtout qu'on a pris soin de les définir) a été secondaire et complètement subordonnée à l'observation des circonstances locales.

Aussi, pour qui voudrait examiner en détail la manière dont les travaux ont été conduits dans les différents cas qu'on nous oppose, il serait évident que les exemples invoqués contre les règles que j'ai indiquées en forment au contraire l'appui le plus solide.

Il est sans doute superflu désormais de s'attacher

à réfuter ce qui a été dit, que l'adoption de ces règles aurait pour conséquence « l'anéantissement » de l'art de l'ingénieur et de la production des métaux (1). » Pour ce qui est de l'ingénieur, il est difficile de comprendre que l'art lui soit plus nécessaire pour obéir aveuglément à des principes absolus, que s'il avait à étudier les circonstances locales, à en apprécier le caractère et à imaginer les dispositions qui leur conviennent le mieux. De même, il semble permis de croire que, sans conspirer l'anéantissement des métaux, on peut juger à propos de signaler l'insuffisance actuelle de la théorie, d'indiquer ce qui lui manque pour devenir applicable à l'exploitation des mines métalliques et de faire connaître avec quelle mesure il convient de compter sur les principes qu'on en déduit prématurément. Agir ainsi n'est-ce pas au contraire servir l'industrie, en prévenant les mécomptes particuliers et le découragement général qui s'ensuit. Il y a plus, si l'application de la géologie à l'exploitation des mines n'a pas encore dit son dernier mot, comme nous le pensons, nous ne désespérons pas de contribuer, pour une humble part, à développer dans l'avenir la production des métaux, en appelant l'attention des savants sur les points obscurs du métier et en donnant lieu par là à des investigations et à des études d'où sortiront un jour les enseignements pratiques qui nous manquent, et faute desquels l'industrie des mines est obligée à tant de dépenses improductives qui la rebutent.

On a paru préoccupé de cette pensée que l'opinion de la continuité du minerai dans la profon-

deur était une sorte de dogme auquel il ne faut pas toucher, de crainte d'ébranler la seule base des travaux de mines durables et persévérants.

Cette manière de voir serait au moins hypothétique : pour s'en convaincre il suffit de remarquer que les théories d'où l'on fait dériver ce principe de la continuité, ne sont définitivement admises que par la génération vivante, tandis que l'on connaît des mines exploitées sans interruption depuis des siècles. C'est que les travaux durables prennent leur source dans quelque chose de plus positif que les principes combattus par nous. Voici leur histoire en quelques mots. Forcé partout, dans cette voie obscure, de faire la part de l'inconnu, depuis Werner aussi bien qu'avant Agricola, on marche d'abord avec espoir, sans doute, mais non sans appréhension. La confiance ne naît que du succès; elle grandit avec lui. Quand on a été assez heureux pour rencontrer des filons aussi étendus et aussi bien fournis que les principaux filons plombés du Harz, aussi multipliés et d'aussi grande valeur que certains filons argentifères de Freiberg, aussi continus en minerai que plusieurs filons cuprifères de Cornwall, aussi exceptionnellement riches que les filons cinabrisères d'Almaden, il n'est pas nécessaire, pour s'enfoncer hardiment dans la profondeur d'avoir le génie de Buffon ou de Cuvier, ni même la science pratique de Werner, il suffit d'aimer les gros dividendes et de tenir à ne pas les voir tarir. Ce goût vivra plus que bon nombre de nos théories.

Ne craignons donc pas de rechercher la vérité, et loin de professer que nous avons tiré de la géologie tout ce qu'on peut en attendre par rapport à l'exploitation des mines métalliques, ce qui serait

(1) De la continuité des gites métallifères, p 46.

proclamer son impuissance, croyons au contraire que cette science est trop jeune encore pour n'avoir plus rien à nous apprendre et tâchons d'encourager nos successeurs à y rechercher d'autres enseignements dont le besoin est manifeste et que j'ai peine à croire insaisissables.

## SUR LA HOUILLE

*récemment trouvée dans les Maremmes de Toscane.*

Extrait d'une notice de M. PILLA, professeur à l'Université de Pise;

Par M. L. FRAPOLLI.

Le géologue qui entreprend pour la première fois de visiter ce vaste espace du littoral de l'Italie qu'on appelle les *Maremmes*, est frappé tout d'abord par la nature assez singulière des terrains qu'il rencontre; et son esprit s'arrête incertain, et n'ose presque prononcer un avis, devant les traces des modifications profondes que présente ce sol en apparence si plat et si uni, mais dont les couches ébranlées, altérées dans leur nature, nous témoignent de la puissance des causes plutoniennes et de la manière dont sont venues au jour les fréquentes roches massives et les substances métalliques qui abondent dans ce territoire. C'est à ces mêmes causes que l'on doit attribuer l'aspect actuel des matières organiques que l'on rencontre au milieu de ces couches minérales et qui sont un véritable trésor dans un pays où les forêts sont rares, et où jusqu'à présent toutes les recherches pour y suppléer avaient été infructueuses.

Les qualités du combustible qui se trouve dans les Maremmes à Monte-Massi et Monte-Bamboli, la nature du terrain qui le renferme, les chances de succès de son exploitation, sont les objets dont M. Pilla nous entretient dans sa notice.

Ce n'est que depuis peu qu'une société d'industriels de Livourne a fait creuser un puits à Monte-Bamboli, dans le territoire de Massi, pour la recherche de la houille. Ce puits traverse à une faible profondeur deux couches de charbon minéral, dont l'aspect extérieur est tout à fait semblable à celui des houilles d'Angleterre ou de Flandre. Sa texture est feuilletée ou laminaire; sa cassure unie ou conchoïde; sa couleur noire, éclatante; on y remarque souvent la division imparfaitement prismatique due au retrait; l'odeur puante d'acide sulfhydrique s'y développe par frottement. Sur la surface des feuillets on y trouve une substance fibreuse, friable, noire, avec éclat soyeux, appelée par Werner *charbon de bois minéral* (mineralische holzkohle), et qu'on rencontre très-fréquemment dans les houilles des autres pays. Des pyrites disséminées et souvent invisibles, et des veinules de spath calcaire, sont au nombre de ses éléments accessoires. Allumé promptement par la flamme d'une bougie, il s'éteint aussitôt qu'on la retire, s'éloignant en cela des lignites. Sa densité moyenne est de 1,35, d'après M. Matteucci.

L'analyse immédiate a donné à M. Pilla, pour 100 p. de charbon de terre :

Coke. . . . .	58 à 62,00
Soufre. . . . .	3,20
Autres matières volatiles. . . . .	30,00
Cendres. . . . .	6,88

D'après l'analyse médiata, presque les  $\frac{2}{3}$  du soufre ne s'y trouveraient pas à l'état de pyrite. Quant au coke qui résulte de la distillation, il est assez compacte et peu boursoufflé; chauffé dans un fourneau à réverbère, il donne une odeur bien distincte d'acide sulfureux.

Comparé avec les principales houilles d'Angleterre, dont les analyses ont été données par M. Thompson, le charbon de Monte-Bamboli s'approche beaucoup, par sa composition, de la houille écailleuse de Glasgow, qui renferme :

Charbon. . . . .	55,23
Matières volatiles. . . . .	35,27
Cendres. . . . .	9,50
	<hr/>
	100,00

M. Pilla ajoute à ces données scientifiques le résultat de plusieurs expériences qui ont été faites afin de constater la bonté de ce combustible pour la navigation à vapeur. D'après les essais faits sur le paquebot *l'Eurotas*, capitaine Lescauda, sur le paquebot *le Lycurgue*, capitaine Lavasseur, et ceux faits dans un établissement de moulins à vapeur de Livourne, il résulterait que le charbon de terre de Monte-Bamboli possède toutes les propriétés de la houille, et que, soit sous le rapport de son pouvoir calorifique, soit par la manière dont il s'allume et dont il brûle, soit par la quantité de vapeur qu'il produit dans un temps donné, ce charbon peut soutenir la comparaison avec les charbons anglais médiocres et peut suffire convenablement aux besoins de la navigation. Presque tous ceux qui en ont fait l'essai attestent sa bonté, ne lui trouvant qu'un seul défaut, celui de se coller un peu et de laisser des résidus encombrants; mais ils émettent en même temps l'opinion que des grilles plus larges qu'à l'ordinaire, pourront favoriser beaucoup sa combustion, surtout lorsque les ouvriers auront appris à l'abattre en gros morceaux, et qu'une exploitation régulière permettra d'en

séparer les parties du toit et les nerfs schisteux qui se trouvaient mêlés au charbon fourni pour les essais.

Le savant professeur conclut de tout cela que le charbon de Monte-Bamboli est une véritable houille; ce qui, du reste, avait été déjà reconnu par d'autres géologues distingués, tels que M. Paolo Savi (1) et M. de Collegno (2).

Mais si le combustible de Monte-Bamboli ne présente, minéralogiquement parlant, aucune différence avec les houilles anglaises, son gisement géologique en diffère essentiellement. Le terrain qui le renferme a été parfaitement bien décrit par M. le professeur Paolo Savi; en voici la constitution telle que l'ont montrée les fouilles de Monte-Massi et de Monte-Bamboli, et les affleurements qu'on observe dans différents endroits.

#### *Terrain de Monte-Massi.*

Le village de Monte-Massi est placé sur le sommet d'un cône de roche granitoïde (*Pl. III, fig. 15*). Des affleurements de couches carbonifères commencent à paraître sur la pente méridionale de cette roche, près d'un torrent qu'on appelle *Fonte al Tamburino*, et plus loin dans un endroit qui porte le nom de *Vado all' Orto*. D'après l'étude stratigraphique de la localité, M. Pilla y a reconnu, en allant de bas en haut, la disposition des couches dans l'ordre suivant :

(1) Memoria per servire allo studio della costituzione fisica della Toscana, p. 119.

(2) Sur le métamorphisme des roches de sédiment, p. 19.

- a. Roché granitoïde de Monte-Massi.
  - b. Terrain à charbon qui s'appuie probablement sur la roche granitoïde.
  - c. Couche inférieure de conglomérat ophiolitique.
  - d. Affleurement d'une couche inférieure de charbon décomposé et impur.
  - e. Couche supérieure de conglomérat ophiolitique.
  - f. Affleurement d'une couche supérieure de charbon également décomposé et impur.
  - g. Couche de calcaire bitumineux compacte, avec coquilles (*Mytilus Brardii*, en abondance), et empreintes de végétaux (fruits de conifères et d'amentacées; feuilles d'érable, de platane, de saule et d'autres arbres dicotylédones, fucoïdes?).
  - hh. Série de couches d'argile endurcie et de grès, au milieu desquels se trouve : i. Couche puissante de charbon décomposé (2<sup>m</sup>, 33).
  - kk. Série de couches argileuses.
- La direction de toutes ces couches est E.-O.; leur inclinaison d'environ 34° Sud.
- ll. Continuation probable des couches de charbon vers la mer.
  - mm. Terrain d'alluvion.
- Cette formation constitue une surface ondulée au sein d'un vaste bassin borné par une ceinture de montagnes qui s'ouvre du côté de la mer. Elle doit donc s'appuyer vers le Nord sur le granite de Monte-Massi, tandis qu'elle s'étend vers le Midi et plonge sous la grande plaine qui forme le bord de la mer; ses seules limites sont les montagnes lointaines des environs.

Le puits *o* qu'on est en train de creuser dans cette localité, sous la direction de M. Pittiot, a atteint une profondeur de 358<sup>m</sup>,93 (615 braccia de Toscane), et n'a encore traversé que la couche de charbon *i*; il paraît être arrivé tout près des couches carbonifères inférieures.

*Puits de Monte-Bamboli.*

Le puits de Monte-Bamboli est ouvert à une distance rectiligne de 15 milles (de 60 au degré) de celui de Monte-Massi; ils sont séparés l'un de l'autre par de hautes montagnes qui se composent d'alberese (calcaire de l'époque crétacée), de quartzite métallifère, etc. Ce terrain est de même nature que l'autre; son gisement seul est un peu différent, puisqu'il se trouve renfermé dans un bassin formé d'alberese, de gompholites, de conglomérats tertiaires et des roches qui contiennent le charbon.

La disposition des couches traversées par le puits, de haut en bas, est la suivante (*Pl. III, fig. 16*).

*ce.* Couches supérieures d'argile endurcie qui se soutiennent très-bien par elles-mêmes.

*ff.* Toit de la couche supérieure de charbon, consistant en une marne argileuse très-compacte et pouvant aussi se soutenir très-fermement. On y remarque des débris organiques: *mytilus Brardii* (plus rare qu'à Monte-Massi), *psammobia*? *buccinum*, *opercules* non déterminés; *planorbis*, ossements appartenant peut-être à des *tortues*, *cardium*; une grande *ostrea fucoïdes*; feuilles de dicotylédones; feuilles de palmier.

*g.* Couche supérieure de charbon, ayant une

épaisseur de 1<sup>m</sup>,17, qui se conserve avec une régularité très-remarquable. Cette couche se trouve à une profondeur de 65<sup>m</sup>,37 et a été exploitée sur une longueur de plus de 26 mètres; sa direction est N. 30° O.; son inclinaison 30° S.-E. Le combustible est d'une qualité supérieure, homogène, noir, très-éclatant, et passe sans intermède à la roche qui forme le toit et le mur.

*h.* Couche d'argile endurcie qui sert de lit à la couche précédente de charbon; épaisseur 0<sup>m</sup>,88.

*i.* Autre couche de charbon tout à fait pareil à celui de la couche supérieure; son épaisseur est de 0<sup>m</sup>,64.

Le puits arrive un peu plus bas et traverse encore d'autres couches d'argile endurcie *k*, en atteignant une profondeur de 67<sup>m</sup>,12.

Du côté oriental du puits se trouve un ravin dit *Botro alle Lastre*, où l'on voit des affleurements de couches carbonifères comme au *Fonte Raspolino*, près de Monte-Massi. On observe ici deux couches de charbon *b*, *d*, décomposé et impur comme à Monte-Massi, mais dont la stratification est régulière; ces deux couches forment évidemment le prolongement de celles qu'on voit au fond du puits, et elles paraissent avoir été dénivelées et séparées de ces dernières par une faille dont la direction correspondrait à celle du torrent; les couches supérieures au charbon, qu'on voit dans la coupe du puits et qui manquent au *Botro*, auraient été emportées par voie de dénudation.

Le terrain qui renferme le charbon à Monte-Bamboli est, comme nous avons vu, en contact vers le levant avec l'alberese, et au couchant avec

les gompholites et les conglomérats tertiaires. Le sol de cette contrée ayant été très-bouleversé, il est fort difficile de pouvoir juger de la véritable superposition des couches, et on pourrait très-facilement croire à une supériorité de l'alberese sur les couches à charbon, erreur dans laquelle M. Pilla lui-même confesse être tombé autrefois; mais toute incertitude doit disparaître devant les considérations paléontologiques et l'observation d'autres terrains analogues et contemporains.

Les couches carbonifères des Maremmes appartiennent donc évidemment aux terrains de sédiment supérieurs, et plus spécialement à la formation *miocène*.

Ce qu'il y a de remarquable, c'est l'analogie qui existe entre ce terrain et le véritable terrain houiller tel qu'il se présente en Angleterre; car non-seulement l'identité des roches, de leur structure et de leur disposition est frappante, mais l'analogie de leur origine est incontestable. Dans les terrains d'Angleterre on voit un mélange de coquilles marines et d'eau douce, des débris de végétaux terrestres; ici se trouvent également des fossiles marins (*psammobia*, *buccinum*, *mytilus*, *ostrea*), et des coquilles d'eau douce (*planorbis*), avec des fruits de conifères, des feuilles de saule, etc. Les deux dépôts, bien que d'âges fort différents, ont donc été produits dans des circonstances semblables et très-probablement dans des baies peu profondes, dans des espèces d'estuaires, où était l'embouchure de quelque grand fleuve, où surnageaient d'énormes tourbières.

On voit donc que les mêmes causes ont pu agir d'une manière analogue à des époques très-éloignées l'une de l'autre, et que de la houille véri-

table a pu se produire dans un terrain plus récent; ce que du reste M. Pilla faisait déjà remarquer dans la séance extraordinaire de la Société géologique de France de 1839, à Boulogne-sur-Mer (1), et dont on a des exemples dans le terrain jurassique d'Obernkirchen, dans la Hesse, qui depuis des siècles fournit de houille tout le Nord de l'Allemagne, et dans les terrains jurassiques et les grès verts d'Entrevernes, Bottingen, Gersten en Autriche, Carpona dans l'Istrie (2).

D'ailleurs l'aspect et les propriétés de la houille sont bien loin d'être une anomalie restreinte au combustible des Maremmes. Ces caractères, ces formes, cette nature des roches qui nous rappelle les terrains plus anciens, sont le phénomène ordinaire qu'on observe à chaque instant dans le sol de l'Italie, et ce n'est qu'un nouveau fait à ajouter à tous ceux qui nous prouvent les grandes différences de composition, de gisement, de facies, en un mot, que présentent les formations contemporaines des deux côtés des Alpes. C'est que les feux souterrains qui, dans le Nord, n'ont agi que sur la partie inférieure de la croûte terrestre, ont manifesté ici leur puissance jusque dans les étages les plus supérieurs.

La houille de Monte-Bamboli est donc un fait nouveau dans la science, et un fait d'une grande importance, car il nous montre que ce combustible a pu être produit dans des terrains bien supérieurs aux véritables terrains houillers; ce qui est en opposition avec les idées généralement re-

(1) Bulletin de la Soc. géol. de France, t. X, p. 419.

(2) Boué, Guide du géologue voyageur, t. I, 3<sup>e</sup> partie, chap. I, § 11.

ques à ce sujet. Mais ce fait n'en est pas moins de la plus grande évidence, puisque les propriétés minéralogiques et chimiques sont absolument les mêmes que celles de la houille; son gisement, l'aspect géologique du terrain est le même.

Que si l'on considère que la houille n'a d'autres origine probable que celle de nos tourbes, et qu'elle n'est probablement passée à cet état que par suite des modifications lentes et moléculaires que lui a fait subir l'action de la chaleur centrale, dont la température dans ces époques reculées se manifestait à la surface du globe beaucoup plus puissamment et uniformément que de nos jours, on verra qu'il suffit que dans certaines contrées l'action des feux souterrains se soit prolongée plus que dans d'autres, pour que de la houille véritable ait pu se former dans des positions qu'on a regardées jusqu'ici comme anormales. Et cela est très-conforme aux lois de la nature, car nous voyons encore dans plusieurs pays, et notamment dans plusieurs parties de l'Italie, les effets d'une action ignée vivante et actuelle; et, pour ne parler que du territoire des Maremmes, on voit évidemment qu'il a été fortement plutonisé dans des temps assez récents, de telle sorte que l'influence de la chaleur interne y est encore de nos jours plus sensible que dans tout autre pays; ce qui résulte des observations de M. Pilla lui-même, qui, en descendant le puits de Monte-Massi, a trouvé que la température augmentait avec une étonnante rapidité.

Il n'est donc pas extraordinaire que le territoire des Maremmes se soit trouvé du temps de la période miocène dans des conditions particulières qui le faisaient jouir d'une température analogue à celle de l'époque houillère. C'est à cette

cause toute locale que M. Pilla, partageant l'opinion de MM. Elie de Beaumont, Savi et Collegno, attribue la réduction en houille d'un combustible qui, dans d'autres dépôts contemporains, se rencontre à l'état de stipites, de lignites, ou même de tourbe.

L'exploitation d'un tel gîte de combustible ne peut donc pas être plus difficile que celle de toute autre mine de houille, et elle a une probabilité de succès d'autant plus grande, que ce dépôt paraît avoir une extension très-considérable.

Il en est désormais de la houille comme du granite que l'on avait cru d'abord le plus ancien et le plus inférieur de tous les terrains; plus tard on démontra son émergence postérieure à l'existence des êtres organisés, et l'on constata même un granite contemporain de l'époque tertiaire. Peut-être la houille de Monte-Bamboli est-elle destinée à produire une révolution semblable dans les idées des géologues.

## MÉMOIRE

*Sur la christianite, nouvelle espèce minérale.*

Par M. DESCLOIZEAUX.

Parmi les minéraux que j'ai recueillis dans mes deux voyages en Islande, pendant les étés de 1845 et 1846, j'avais remarqué de petits cristaux, dont l'aspect particulier me fit soupçonner qu'ils constituaient peut-être une espèce nouvelle.

Ces petits cristaux sont incolores et translucides; quoique fragiles, ils raient assez facilement le verre. J'ai trouvé leur pesanteur spécifique égale à 2,201.

On ne les rencontre jamais isolés; toujours très-serrés les uns contre les autres, ils se groupent en mamelons radiés, ou en crêtes de coq analogues à certaines variétés de prehnite.

Ils tapissent, avec de nombreux cristaux de chabasia et de lévyne, les cavités d'un trapp amygdaloïde qui forme la baie de Dyrefjord, sur la côte occidentale de l'Islande.

Un examen préliminaire me montra que les cristaux de Dyrefjord affectaient la forme générale des cristaux simples d'harmotome, et la mesure de leurs incidences me fit connaître qu'ils en étaient effectivement très-rapprochés.

Dans une note insérée dans les Annales des mines, 4<sup>e</sup> série, t. IX, p. 339, j'ai fait voir que les cristaux simples d'harmotome, provenant de Strontian, en Écosse, ont pour forme primitive, un prisme

rhomboïdal droit de  $110^{\circ} 30'$ , dans lequel un des côtés de la base est, à la hauteur, dans le rapport des nombres 59 et 93.

Les petits cristaux d'Islande se rapportent également à un prisme rhomboïdal droit, de  $111^{\circ} 15'$  environ, dans lequel un des côtés de la base est, à la hauteur, comme 537 est à 786.

Les seules modifications qu'ils présentent sont, comme dans l'harmotome, des faces  $b^1$  tronquant régulièrement les arêtes de la base de la forme primitive, et des faces  $g^1$  parallèles à la petite diagonale de cette base. (Voy. *fig. 2*, *Pl. III.*)

Souvent même le cristal se réduit à ces deux ordres de facettes, et le prisme primitif manque complètement, de sorte que la forme apparente est alors un prisme rectangulaire terminé par un octaèdre rhomboïdal, *fig. 3*.

Aucun des échantillons d'Islande ne m'a offert une seconde troncature placée sur les arêtes de la base, ayant pour signe cristallographique  $b^{9/5}$ , qui n'existe pas non plus sur les cristaux d'harmotome d'Ecosse ou du Harz, mais qui est assez commune dans l'harmotome à base de chaux de Marbourg. (Voy. *fig. 4*.)

Le tableau suivant donne la comparaison des diverses incidences mesurées sur les cristaux d'Islande et sur ceux de Marbourg, avec les angles que fournit le calcul en partant des dimensions de la forme primitive que j'ai données plus haut.

## Tableau des incidences.

	Calculées.	Observées.
Msur M	= $111^{\circ} 15'$ Islande.	"
M $g^1$	= $124^{\circ} 30'$ Islande.	$124^{\circ} 22' 30''$
M $b^1$	= $147^{\circ} 30'$ Islande.	$147^{\circ} 30' 46''$
P $b^1$	= $122^{\circ} 30'$ Marbourg.	$122^{\circ} 29' 14''$
$b^1$ $b^1$ adjac.	= $123^{\circ} 50'$ Marbourg.	$123^{\circ} 7' 4''$
$b^1$ $b^1$ de retour	= $90^{\circ}$ env. Islande.	$91^{\circ} 45' 46''$
P $b^{9/5}$	= $138^{\circ} 55'$ Marbourg.	$138^{\circ} 53' 14''$
$b^1$ $b^{9/5}$	= $163^{\circ} 30'$ Marbourg.	$163^{\circ} 35' 28''$

La faible pesanteur spécifique des cristaux d'Islande, et l'absence de la baryte que j'avais constatée par un essai, m'indiquaient que ces cristaux ne pouvaient être rapportés à l'harmotome ordinaire : leur forme s'accordant d'ailleurs parfaitement avec celle de l'espèce, séparée depuis longtemps par MM. Gmelin et Hepel, sous le nom d'harmotome à base de chaux ou harmotome de Marbourg, il devenait presque certain que c'était bien à cette espèce qu'ils appartenaient.

Une analyse des cristaux de Dyrefjord, faite à ma prière par M. Damour, et publié dans le tome IX des Annales des mines, est venu pleinement confirmer cette prévision.

Longtemps après la publication du mémoire de MM. Gmelin et Hepel, M. Köhler, de Berlin, a donné de nouvelles analyses et une description de l'harmotome à base de chaux qui tapisse des cavités dans les roches volcaniques anciennes d'Anne-rodé, près de Giessen ; de Stempel, près de Marbourg, et d'Habichtswalde, près de Cassel.

Le résultat de ce travail, conforme à ce qu'avait annoncé M. Gmelin, établit d'une manière définitive que les cristaux des trois localités que je

viens de citer, possèdent une composition qui les sépare nettement de l'harmotome à base de baryte, quoique les formes primitives des deux espèces soient très-voisines, et que la disposition générale de leurs cristaux, simples ou mâclés, soit presque exactement la même.

En effet, l'harmotome de Marbourg et de Giessen se présente généralement, ou en cristaux simples, comme les représente la *fig.* 4, ou en mâcles, représentées *fig.* 5 et *fig.* 6.

Les deux portions *b'* et *b''* qui forment une seule face de l'octaèdre qui termine ces cristaux mâclés, sont toujours striées parallèlement à leur arête de jonction avec la base *p*, et elles forment entre elles un angle saillant, très-difficile à mesurer directement, mais pour lequel le calcul nous donne la valeur de  $175^{\circ} 4' 2''$ .

Cette disposition des stries sur les cristaux mâclés de Marbourg et de Giessen, est si générale et si caractéristique, que M. Köhler, se fondant sur une très-grande ressemblance des formes extérieures, n'a pas hésité à leur rapporter d'autres cristaux décrits dès l'année 1825 par M. Lévy, sous le nom de phillipsite, et qu'on trouve à Capo di Bove, près Rome, et à Aci-Reale, en Sicile.

Ce rapprochement, adopté dans la plupart des traités de minéralogie, publiés depuis le travail de M. Köhler, ne saurait plus subsister maintenant que l'on connaît exactement, par les analyses de M. Marignac, insérées dans le tome XIV, p. 42, des Annales de chimie et de physique, la composition de la phillipsite de Lévy.

Il suffit en effet de jeter les yeux sur le tableau suivant, où j'ai rassemblé le résultat des princi-

pales analyses des cristaux d'Annerode, de Marbourg et d'Islande, et celle de la phillipsite de Lévy, pour voir qu'il existe entre les quantités d'oxygène contenues dans les divers éléments qui constituent ces minéraux, des différences telles qu'on ne pourrait, dans l'état actuel de nos connaissances, leur appliquer la même formule chimique.

Dans le troisième supplément au Manuel de minéralogie chimique, que vient de publier M. Rammelsberg, ce chimiste fait également remarquer que l'harmotome de Marbourg et la phillipsite de Lévy ne lui paraissent pas devoir appartenir à la même espèce minérale, et il en appelle à un nouvel examen chimique et cristallographique, pour décider la question.

HARMOTOME.

Si Al Ba Ca K Na H	Andreasberg-Köhler.		Andreasberg-Rammelsberg.		Schiffenberg-Werneking.		Strontian-Köhler.		Strontian-Connel.		Oberstein-Köhler.		Strontian-Damour.	
	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
24,22	23,64	25,32	25,29	23,27	23,95	24,44	24,24	24,44	24,24	24,44	24,24	24,24	24,44	24,24
7,86	7,48	8,24	7,86	9,00	7,66	7,12	7,73	7,12	7,73	7,12	7,73	7,32	7,32	7,32
2,12	2,10	2,01	2,10	1,84	2,17	2,18	2,00	2,18	2,18	2,18	2,00	2,20	2,20	2,20
0,07	0,51	...	...	0,30	0,18	0,03	0,31	0,03	0,31	0,03	0,31	...	...	...
0,17	0,19	...	...	...	0,15	0,45	0,19	0,45	0,45	0,15	0,19	...	...	...
...	...	...	...	...	...	0,21	...	0,21	...	...	...	...	...	...
13,36	13,33	13,06	13,05	13,62	13,43	13,26	13,55	13,26	13,26	13,43	13,55	13,55	13,26	13,55

Si Al Ba Ca K Na H	Morvénite-Damour.		Christianite d'Annerode-Werneking.		Christianite de Stempel-Köhler.		Christianite d'Habichtswald-Köhler.		Christianite chaussee des Grands-Connel.		Christianite d'Islande-Damour.	
	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.	I.	II.
24,72	24,72	25,12	25,12	26,21	26,21	25,05	24,83	25,05	24,83	25,15	24,91	25,15
7,65	7,80	9,44	9,44	10,18	10,18	10,91	10,18	10,91	10,18	10,30	10,45	10,30
2,18	2,14	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
...	...	1,66	1,66	1,83	1,83	2,03	1,36	2,03	1,36	...	...	...
0,14	...	1,89	1,89	0,73	0,73	0,66	0,94	0,66	0,94	1,05	1,05	1,05
0,19	...	...	...	...	...	...	0,94	...	0,94	...	...	...
13,38	13,38	15,19	15,31	14,95	14,95	15,60	15,07	15,60	15,07	13,86	13,88	13,86

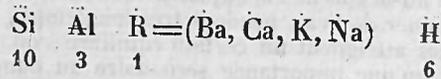
Harmotome (Suite du tableau précédent).

Si Al Ca K H	Phillipsite transparente de Capo di Bove.				Phillipsite opaque du Vésuve. Marignac.	
	I.		II.		22,83	7...14
	12	22,67	12...6	6...3		
11,68	6	11,40	6...3	11,38	3...6	
2,24	3,80	1,94	3,69	1,49	3,37	
1,56		2		1,75		2...1
13,72	7	13,38	7...3 1/2	13,61	4...7	

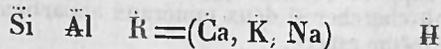
Le tableau précédent contient aussi la plupart des analyses faites jusqu'ici, de l'harmotome à base de baryte, dont la composition a souvent été controversée entre les divers chimistes qui s'en sont occupés.

Quoi qu'il en soit, il résulte de l'examen de ce tableau, que le plus grand nombre d'analyses et celles qui semblent mériter le plus de confiance, conduisent à admettre, entre les quantités d'oxygène de la silice et des bases, les rapports suivants :

Harmotome à base de baryte.



Harmotome à base de chaux.



	8	3	1		5 ou 4? (1)
ou bien?	9	4	1		6

## Phillipsite de Lévy.

	Si	Al	R = (Ca, K)	H
	12	6	2	7
ou :	6	3	1	3,5

Les rapports que je viens de transcrire montrent donc :

1° Que l'harmotome à base de chaux n'est pas isomorphe avec l'harmotome à base de baryte; les incidences que j'ai citées plus haut montrent que leurs formes cristallines, quoique très-voisines, ne sont cependant pas identiques;

2° Que l'harmotome à base de chaux et la phillipsite de Lévy, quoique composées des mêmes éléments, ne sauraient constituer une même espèce minérale.

Je proposerai donc aux minéralogistes, qui ont généralement adopté le nom de phillipsite, pour les cristaux de Capo di Bove et d'Aci Reale de désigner l'harmotome à base de chaux de Marbourg et d'Islande, sous le nom de christianite; car cette substance possédant le double caractère d'une forme et d'une composition particulière,

(1) Comme la plupart des zéolites exposées dans le vide, ou au-dessus de l'acide sulfurique, ont la propriété d'abandonner de l'eau pendant très-longtemps, jusqu'à ce qu'elles atteignent un certain équilibre, on ne doit attacher qu'une importance secondaire au nombre qui correspond à l'eau dans ces analyses, et c'est surtout dans les rapports entre l'oxygène de la silice et des bases qu'on doit chercher si deux minéraux appartiennent ou non à la même espèce.

me paraît devoir occuper désormais une place à part dans la classification des espèces minérales.

Le nom que je lui propose, donné autrefois à un minéral du Vésuve, qu'on a reconnu depuis n'être que de l'anorthite, se trouve maintenant sans application; sa réintroduction dans la science me semble donc un juste hommage au roi de Danemark Christian VIII qui se livre lui-même avec beaucoup d'intérêt à l'étude de la minéralogie, et dont les naturalistes qui ont visité le Danemark ont pu apprécier comme moi l'accueil plein de bienveillance et la protection éclairée.

## DÉTERMINATION

*Des formes cristallines de la gehlénite.*

Par M. DESCLOIZEAUX.

Plusieurs chimistes se sont occupés de l'analyse des cristaux de gehlénite, et quoique ces cristaux soient très-souvent pénétrés d'un peu de chaux carbonatée au milieu de laquelle on les trouve disséminés, dans les mélaphyres de Monzoni, val de Fassa, les résultats obtenus par MM. Fuchs, Thomson, Damour, et dernièrement par MM. Kühn et Rammelsberg, sont assez concordants entre eux, pour qu'on ait pu en conclure, contrairement à l'opinion de quelques minéralogistes, que la gehlénite constituait une espèce différente de la humboldtilite.

Quant au système cristallin auquel se rapporte la gehlénite, on admettait généralement que c'était le prisme droit à base carrée; mais jusqu'à présent l'absence de toute modification faisait hésiter entre cette forme et celle du cube.

Ayant eu l'occasion cette année de visiter le Monzoni, j'ai été assez heureux pour y recueillir un assez grand nombre de cristaux de gehlénite modifiés sur les arêtes, et trois ou quatre modifiés sur les angles.

On sait que ces cristaux sont en général trop ternes pour se prêter facilement à la mesure par le goniomètre de Wollaston, cependant quelques-uns admettent ce mode d'observation, et d'autres sont assez gros pour être déterminés au moyen du goniomètre d'application.

L'examen des modifications que j'ai rencontrées m'a fait voir que la gehlénite appartient

bien au prisme droit à base carrée; de plus ce prisme, qui offre une modification sur les arêtes verticales, et une sur les angles de la base, dont la position et les incidences pourraient les faire regarder comme coïncidant avec les faces  $h^2$  et  $b^1$  de la humboldtilite, en présente deux autres, situées également sur ses angles, qu'il ne serait pas possible de rapporter par des modifications simples à la forme primitive de ce dernier minéral.

Les *fig. 8, 9, 10, Pl. III*, représentent la forme véritable des trois cristaux qui m'ont servi à déterminer les dimensions de la forme primitive et les signes des modifications de la gehlénite; comme cela s'observe dans beaucoup de substances, ces cristaux sont loin d'être complets; mais le cristal *fig. 9* possédant la modification  $h^3$  sur ses quatre arêtes verticales, suffit pour montrer que cette circonstance n'offre pas une dérogation à la loi de symétrie; les autres cristaux sont encore adhérents à un mélange de gehlénite compacte et de chaux carbonatée, et je n'ai voulu dessiner que les parties qu'on en aperçoit réellement. Je n'ai pas représenté non plus le cristal théorique qui contiendrait toutes les modifications que j'ai observées, parce que l'une d'elles offre trop d'incertitude.

Les faces verticales du prisme sont toujours les plus nettes, et se laissent assez facilement mesurer au goniomètre de réflexion; la base  $P$  et la face  $a^{7/8}$  sont encore unies et assez brillantes. Les faces  $a^1$  et  $a^{1/2}$  sont moins nettes et ternes; la face  $b^{3/7}$  est creuse, et c'est elle dont le signe représentatif est le plus incertain.

Les dimensions de la forme primitive déterminées à l'aide des incidences des faces  $a^1$  et  $a^{7/8}$  sont les suivantes: un des côtés de la base est à la hauteur comme 870 : 348.

Voici le tableau comparatif des incidences observées et de celles que donne le calcul des modifications, en partant des dimensions précédentes :

Angles observés		Angles calculés.
M sur M	= 90°	"
M	$h^3 = 161^\circ 15'$	161° 34'
$h^3$	$h^3 = 126^\circ 40'$	126° 52'
P	M = 90°	"
P	$a^{7/8} = 146^\circ 50'$ à $147^\circ$	147° 7' 3"
P	$a^1 = 150^\circ 30'$ à $151^\circ$	150° 30' 14"
P	$a^{1/2} = 130^\circ 30'$ à $131^\circ$	131° 28' 23"
P	$b^{3/7} = 135^\circ$ à $136^\circ$	136° 58' 30"

Les modifications  $h^3$  et  $a^{7/8}$  rapportées à la forme primitive de la humboldtilite auraient pour signes  $h^3$  et  $b^1$ ; mais les modifications  $a^1$  et  $a^{1/2}$  ne pourraient alors être exprimées que par des fractions très-complicquées.

Les faces M sont très-dominantes dans tous les cristaux de gehlénite; les faces  $h^3$  sont au contraire très-étroites; je n'ai jamais observé de faces suivant les diagonales de la base; c'est pour cela que j'ai dû prendre comme prisme primitif de la gehlénite celui qui correspond aux faces  $h^3$  de la humboldtilite.

C'est avec la substance désignée autrefois sous le nom de *mellilite*, que l'immense majorité des cristaux de gehlénite, qui ne présentent pas de modifications sur les angles, aurait le plus de ressemblance.

Mais nous avons montré, M. Damour et moi, que la *mellilite* et la humboldtilite ne faisaient qu'une seule et même espèce; et les caractères cristallographiques exposés dans cette note viennent maintenant s'ajouter à la composition chimique pour prouver que la gehlénite doit rester séparée de cette espèce.

## NOTICE

*Sur le gisement et sur la cristallisation de la sodalite des environs de Naples.*

Par M. A. SCACCHI, directeur du Musée minéralogique à l'Université de Naples.

(Traduit de l'italien par M. A. DAMOUR.)

La sodalite que l'on rencontre à la Somma et au Vésuve présente plusieurs variétés de couleur, de transparence et de forme cristalline. Sa couleur habituelle est le blanc, offrant l'éclat vitreux et passant quelquefois au gris ou au brun-rougeâtre. Ces dernières nuances peuvent être attribuées à un mélange d'une petite quantité de substances étrangères. Les diverses variétés colorées sont ordinairement douées de translucidité laiteuse ou légèrement opaline; plus rarement elles sont entièrement transparentes. Une variété assez rare et qui se distingue par sa beauté, présente une teinte vert-pistache, mate et presque opaque. On voit aussi certaines variétés de couleur vert-azuré et transparentes: je ne sais s'il faut les rapporter à la sodalite ou à la haüyne. J'ai adressé plusieurs échantillons de ces différentes variétés à M. Damour, qui m'a promis d'en faire l'examen chimique. Dans le cas où l'analyse démontrerait l'identité de composition entre la haüyne et la sodalite, ce qui me paraît très-probable, si j'en juge par les caractères extérieurs communs à ces deux substances, il faudrait encore compter parmi les variétés de la sodalite, celles qui présentent la couleur bleue.

La sodalite des îles et des champs Phlégréens est ordinairement vitreuse et blanche. Quelquefois elle se montre en très-petits cristaux blancs passant à l'état terreux. Dans la masse du trachyte dont est construit le château d'Ischia, on observe cette substance en cristaux rouges, quelquefois terreux, ou en cristaux transparents et de couleur de soufre. Ces derniers perdent en grande partie leur transparence et leur couleur lorsqu'on les expose à l'air libre.

La forme qui domine presque toujours sur les cristaux de sodalite est le dodécaèdre rhomboïdal. Les faces sont quelquefois toutes d'égale grandeur : souvent on remarque que six des faces ont pris de l'extension aux dépens des autres. Les cristaux sont alors allongés suivant une ligne qui joint les deux angles trièdres opposés. Dans le cas le plus ordinaire, le dodécaèdre rhomboïdal ne présente aucune modification. On observe cependant quelquefois que les angles trièdres sont tronqués par les faces de l'octaèdre, ces faces se montrent alors presque toujours convexes. Il est plus rare de voir les angles tétraèdres et les arêtes coupés par les faces du cube et du trapézoèdre.

Dans la *fig. 11, Pl. III*, j'ai représenté un cristal avec les faces  $\gamma$  de l'octaèdre, et dans la *fig. 12*, on voit les facettes A du cube qui m'ont toujours paru très-petites. Notre collection des minéraux du Vésuve renferme un échantillon où l'on distingue certains cristaux bleuâtres de cette variété particulière qui, par sa couleur, semble être l'intermédiaire entre la haüyne et la sodalite. Ces cristaux se présentent en cubes tronqués sur leurs arêtes. C'est la seule variété de cette espèce minérale qui m'ait laissé observer une pareille forme.

Les cristaux de sodalite offrent encore une particularité remarquable, c'est de se montrer parfois géminés et accolés en se pénétrant mutuellement ainsi qu'on l'observe sur cette variété de chabasie qu'on a nommée phakolite. L'un des deux cristaux semblerait avoir tourné sur l'autre en décrivant une révolution de 60 degrés.

L'axe de révolution, comme il est facile de le prévoir, est toujours la ligne qui joint les deux angles trièdres opposés. Dans les *fig. 13* et *14*, j'ai représenté deux groupes de semblables cristaux géminés, dont l'un est terminé par les faces  $\gamma$  de l'octaèdre (*fig. 13*), et l'autre (*fig. 14*), est modifié par les facettes  $\gamma^3$  du trapézoèdre. Les angles trièdres du dodécaèdre rhomboïdal étant, par suite de l'accolement des cristaux qui se pénètrent, en saillie sur ceux qui sont aux extrémités des axes de révolution, on comprend aisément pourquoi, dans le groupe représenté *fig. 13*, on ne voit pas les autres faces des deux octaèdres. Mais quant au cristal double représenté *fig. 14*, la symétrie exigerait que les arêtes culminantes aussi bien que les arêtes verticales fussent coupées par les faces du trapézoèdre. Cependant le cristal géminé que j'ai observé était conformé tel que l'indique la figure. Il pouvait donner lieu de supposer que les cristaux de sodalite dérivent du système prismatique hexagonal. Pour détruire ce doute, j'ai eu recours à deux expériences différentes, qui toutes deux m'ont donné des résultats conformes à l'opinion admise jusqu'à ce jour, savoir : que les cristaux de sodalite se rapportent au système cubique. En premier lieu, les mesures prises au goniomètre de Wollaston m'ont toujours donné l'incidence des faces  $\gamma^3$  sur  $x$  sensi-

blement égales à 150 degrés : c'est précisément l'incidence des faces du trapézoèdre sur celles du dodécaèdre rhomboïdal. En second lieu, ayant taillé une plaque perpendiculairement à l'axe de révolution d'un cristal double, transparent, et l'ayant examinée à travers deux lames de tourmaline, je n'ai aperçu ni transparence ni couleurs disposées autour d'une croix noire comme cela aurait dû avoir lieu si j'avais opéré sur un cristal appartenant au système prismatique hexagonal.

L'absence des autres faces du trapézoèdre dans le groupe que je viens de désigner est donc simplement accidentelle : peut-être encore est-elle due à la cause même qui a déterminé l'extension de six des faces du dodécaèdre rhomboïdal.

La sodalite est, parmi les produits volcaniques de nos contrées, beaucoup plus commune qu'on ne l'a cru jusqu'à ce jour : on la rencontre non-seulement dans les masses granitoïdes erratiques appartenant aux anciennes éruptions de la Somma, mais aussi dans les laves récentes du Vésuve et dans les masses isolées de laves de nature analogue que ce volcan rejette habituellement lors de ses éruptions. On l'observe enfin dans les trachytes des îles et des champs Phlégréens. Les cristaux les plus remarquables se trouvent épars dans les blocs erratiques de la Somma, surtout dans ceux qui sont composés presque exclusivement de ryacolite, ou dans d'autres, formés de pyroxène, mica et chaux carbonatée. Les cristaux atteignent parfois un volume remarquable. J'en ai rencontré plusieurs ayant 23 millimètres de diamètre. Dans les laves du Vésuve, et particulièrement dans la coulée de la fameuse lave de 1631, les cristaux de sodalite ont rarement plus d'un

millimètre de diamètre. Ils tapissent les cavités et les fentes de la lave où l'on observe souvent aussi ces filaments déliés auxquels on donne généralement le nom de breislakite. Le trachyte des îles et des champs Phlégréens contient des cristaux de sodalite disséminés dans les parties qui présentent une texture poreuse ou sillonnée de fissures. Les localités qui méritent d'être signalées de préférence sont le mont Olibano, à une demi-journée de la solfatare de Pouzzole : la sodalite y est associée à la breislakite; le mont Spina, auprès du lac d'Agnano : on y remarque une variété terreuse de cette espèce minérale. Le mont de Cumes, où se trouvent les plus gros cristaux de la sodalite des champs Phlégréens : ils ont environ 3 millimètres de diamètre, et quand ils sont allongés, leur plus grand axe est de 6 millimètres. Enfin le trachyte du château d'Ischia, que j'ai mentionné ci-dessus, renferme encore la sodalite.

**NOTICE**

*Sur une machine soufflante hydraulique à roue plongeante et aspirante, d'invention et de construction de M. le docteur Lüders.*

Par M. L. FRAPOLLI, ancien élève de l'École royale des mines.

Établie dans le courant de l'année 1834, la machine sur laquelle nous allons donner quelques renseignements, est employée depuis plus de douze ans à fournir le vent à un feu d'affinerie qui fait partie de l'usine du Mägdesprung dans le Bas-Harz; les effets qu'on en a obtenus ont toujours été des plus satisfaisants. Elle a donc reçu depuis longtemps la sanction de l'expérience.

L'habile et modeste ingénieur qui l'a construite en a reçu la première idée, en visitant les machines à chaînes de M. Henschel à Cassel. M. Lüders fut frappé en voyant la constante égalité d'effet de ces machines, et la petite quantité de force motrice qu'elles exigeaient. Mais le grand nombre des pièces mobiles qui servent au changement du mouvement dans les machines de Cassel, produit un tintamarre continuel, et la rupture des chaînes, qui a lieu fort souvent, entraîne la nécessité de réparations fréquentes, qui ont des suites très-fâcheuses sur l'allure des fourneaux. L'appareil

soufflant de Mägdesprung nous offre tous les avantages de celui de M. Henschel, sans en avoir les inconvénients. D'une construction extrêmement simple et peu coûteuse, il donne un courant d'air parfaitement constant et égal, la force motrice nécessaire à sa marche est très-faible, et les frais d'entretien en sont presque nuls; car on n'a pas même besoin de le graisser. Les dessins ci-joints que le constructeur a bien voulu nous communiquer mettront en évidence, mieux que toute description, la simplicité de cette machiné.

La roue plongeante est mise en mouvement au moyen de l'arbre A (*Pl. IV, fig. 1, 2, 3*), par une roue en dessus d'environ trois pieds de diamètre et trois pieds de largeur. Les roues frontales d'engrenage B et C (*fig. 3*) communiquent le mouvement à l'arbre D (*fig. 3*), et par conséquent au tambour E qui marche dans la direction des flèches, et qui lui est réuni au moyen de la plaque en fonte I (*fig. 1*). Ce tambour E, à double paroi, qui constitue la couronne de la roue, est partagé par des cloisons rayonnantes ou palettes en dix chambres L, L, dont on voit la section verticale et transversale dans la *fig. 4*. L'extrémité antérieure de chaque chambre porte des ouvertures M, N, percées dans les deux parois du tambour, et s'étendant sur toute sa largeur. Un réservoir d'eau à niveau constant G entoure la roue. Celle-ci se trouvant plongée jusqu'à un peu moins de trois pouces au-dessous du point culminant de la paroi ultérieure du tambour, ce qui donne le maximum d'effet utile, il arrive qu'en toute position, les ouvertures extérieures M, M, de trois chambres se trouvent émergées, et que chaque

chambre qui, par le mouvement de la roue, est arrivée au point le plus élevé de sa course est complètement en dehors du bain. Il s'ensuit que dans l'espace d'une circonvolution, chaque chambre se remplit une fois alternativement d'air et d'eau. Les ouvertures M, M, aspirent l'air pendant qu'elles se trouvent en dehors du liquide, et au fur et à mesure que les ouvertures N, N, s'élevant elles-mêmes au-dessus de son niveau, laissent s'échapper l'eau qui remplissait les chambres. La plus grande partie de l'air ainsi aspiré est renfermé dans la partie postérieure des chambres par le liquide qui envahit les deux ouvertures pendant leur descente, et ne redevient libre que lorsque, par la circonvolution du tambour, il est mis en contact avec les ouvertures intérieures arrivées au bas de leur course, par lesquelles il s'échappe en opérant son ascension sous les deux demi-cloches en fonte H, H (*fig. 1*). Le tuyau horizontal F (*fig. 1*) placé à la partie supérieure de l'appareil reçoit le vent et l'amène à la tuyère du feu d'affinerie.

La fermeture hermétique de l'arbre D, en K (*fig. 1*), s'obtient au moyen d'un anneau en cuir.

L'expérience a démontré que la marche la plus avantageuse a lieu lorsque le tambour E accomplit dix tours par minute. Il donne pendant ce temps environ 250 pieds cubes de vent sous la pression barométrique de 2 1/2 à 3 pouces. Pour imprimer à la roue cette vitesse normale et en obtenir les effets indiqués, il suffit d'une ouverture de vanne de 2 pieds 1/2 de large, sur un demi-pouce de hauteur, et sous une pression d'un pied et demi d'eau.

D'après tout cela, il est évident que la pression et le volume du vent seront proportionnels au diamètre de la roue.

## HISTORIQUE

*Des mines de Rive-de-Gier* (1).

(SUITE.)

Par M. A. MEUGY, ingénieur des mines.

CONCESSION DES VERCHÈRES FLEURDELIX (13 hectares).

Décret du 4 mars 1802. — *Concess.* : MM. FLEURDELIX frères et Comp.

On connaît dans la concession des Verchères cinq couches de houille exploitables, savoir :

	Puissance moyenne.
La petite mine de la Découverte. . . . .	m. 0,60
La grande couche. . . . .	7,00
La bâtarde supérieure. . . . .	1,20
La bâtarde inférieure. . . . .	1,10
La bourrue. . . . .	1,30

Quatre puits y ont été ouverts;

Ce sont les puits de la *Découverte*, *Jamen*, *Moutton* et de l'*Espérance*.

Le puits de la *Découverte* a été foncé en 1802 et a rencontré la grande couche à 170 mètres de profondeur; son creusement n'a pas été poursuivi au delà. Il communique avec la galerie du *Mouillon* par une petite percée à travers bancs de 5 à 6 mètres de longueur. En 1805, une lumière qu'on avait laissée dans la mine sur un coffre rempli de chandelles occasionna un incendie considérable. Le feu prit à la houille et, poussé par le courant d'air venant du puits *Jamen*, il atteignit un boisage situé vers le milieu du puits de la *Découverte* et s'éleva jusqu'à l'orifice du puits où il

(1) Voir pour la 1<sup>re</sup> partie, même volume, p. 143-194.

dévora câbles et piliers. On fut obligé de noyer la mine. Bientôt de grandes crevasses se déclarèrent dans le voisinage du puits de la Découverte et s'étendirent même jusqu'à la galerie d'écoulement du Mouillon, de sorte qu'on fut obligé, pour se garantir des infiltrations, d'établir des caisses dans les parties de cette galerie qui avaient le plus souffert.

En 1834, une crue du Gier inonda la plaine des Verchères et les eaux s'étant introduites par un regard placé sur la direction de la galerie du Mouillon firent écrouler les voûtes d'une cave appartenant à une maison voisine. Il en résulta un éboulement dans la galerie qui dès lors cessa de fonctionner. Cependant les eaux interceptées par cet éboulement pénétraient dans les travaux des Verchères-Fleurdélix, par le puits de la Découverte, filtraient indirectement dans la concession du Gourdmartin et tombaient dans la mine d'Egarande par le puits du pré du Sardon. On sentit la nécessité de mettre fin à un tel état de choses et en 1841 toute la belle saison fut consacrée à la réparation de la galerie d'écoulement. Les frais de ces réparations furent faites par la société des Verchères qui se trouvait la plus menacée et dès lors on put supprimer le manège, fort insuffisant sans doute, qui avait été établi au-dessus de la galerie du Mouillon pour l'extraction des eaux.

Le puits Jamen a atteint la grande couche, en 1803, à 160 mètres de la surface du sol. La puissance de cette couche est de 7 mètres sous le puits. Les deux bâtardes ont été rencontrées à une profondeur de 200 mètres; elles ne sont séparées que par un nerf d'un mètre d'épaisseur.

Le puits Moutton a atteint la grande masse, en

1806, à 154 mètres du sol et la bâtarde à 186 mètres, dans le courant de l'année 1808. On a extrait peu de charbon par ce puits à proximité duquel existe un rejet qui précipite les couches vers le Gier. Lorsqu'on a prolongé le canal de Givors en amont de Rive-de-Gier, le puits Moutton a été complètement remblayé.

Le puits de l'Espérance qui a été creusé pour l'aérage a rencontré la principale couche de Rive-de-Gier, en 1811, à 177 mètres du sol. Ce n'est qu'en 1831 que les bâtardes et la Bourrue y ont été découvertes, les premières à 214 mètres et la dernière couche à 236 mètres de profondeur. Il existe à 136 mètres de l'orifice du puits une galerie au rocher qui rejoint la grande couche dans l'amont pendage et qui recoupe la petite mine de la Découverte où l'on a ouvert quelques chantiers.

Les travaux d'exploitation ont d'abord été portés dans la grande couche de 1802 à 1819, époque à laquelle les mines de Verchères furent submergées par suite de l'abandon des puits de Chante-graine qui déversèrent leurs eaux successivement dans les puits de la Verrerie, de Montjoint, du Couloux et des Verchères. L'extraction fut reprise en 1829 et continuée sans interruption jusqu'en 1833. C'est à cette époque que les mines des Verchères furent inondées de nouveau par les eaux de la Cappe. Les travaux faits dans la grande couche ont été surtout dirigés entre les puits Jamen, de l'Espérance et de la Découverte. Toute la partie voisine du Gier est restée intacte, à l'exception d'une galerie qui a été dirigée vers le pont d'Egarande. Les travaux d'exploitation doivent être repris après l'épuisement des eaux du puits Jamen.

Les bâtardes ont été exploitées au puits de l'Espérance de 1831 à 1833 dans la partie de terrain comprise entre ce puits et celui de la Découverte. On a aussi pratiqué au puits Jamen, dans les mêmes couches, une galerie de reconnaissance vers la concession du Gourd-Marin.

La bourrue n'a été reconnue qu'au puits de l'Espérance, où elle a 1<sup>m</sup>,30 d'épaisseur. On n'a ouvert qu'une seule galerie au Sud-Ouest dans cette couche.

Dans l'origine l'air pénétrait dans la mine des Verchères par les puits Jamen et Moutton et sortait par le puits de la Découverte. Maintenant l'aérage se fait des puits Jamen et de la Découverte au puits de l'Espérance.

L'épuisement des eaux s'est toujours opéré au puits Jamen d'abord au moyen d'une machine à rotation et depuis 1842 à l'aide d'une pompe mue par une machine à vapeur. Il eût été sans doute beaucoup plus simple de faire une galerie de communication entre les mines des Verchères et le puits d'Egarande afin d'épuiser la totalité des eaux au moyen de la puissante machine placée à ce dernier puits; mais les concessionnaires des Verchères se sont vus forcés de renoncer à cette voie par suite des conditions onéreuses qui leur étaient imposées par la Compagnie Générale. Les eaux se sont maintenues dans le puits Jamen à 70 mètres environ de profondeur.

Cette concession offre encore d'assez belles ressources. Les bâtardes et la bourrue sont à peu près intactes et il reste encore à exploiter une partie de la grande couche dans le voisinage du Gier.

..... Puits de la Découverte : Exploitation par remblais au milieu d'anciens travaux. 400 hectolitres d'eau par 24 heures. . . . .

Procès-verbal de visite du 14 septembre 1843.

..... Puits de l'Espérance : Travaux dans l'amont limités par le crin qui forme une séparation naturelle entre les mines des Verchères et du Mouillon. Ces dernières étant inondées, il faut se garder de provoquer des éboulements dans leur voisinage. Remblais fournis par les resserrements et par les débris provenant des anciens travaux. La communication du puits Jamen avec le puits de l'Espérance n'est pas encore rétablie. Le gaz n'a jamais été rencontré nulle part.

#### CONCESSION DES VERCHÈRES-FELOIN (10 hectares).

Décret du 4 mars 1802. — Concess. : MM. JOURNOUD, MADIGNIER et Comp.

Les couches connues dans cette concession sont :

	Puissance moyenne.
La grande masse . . . . .	6 à 7 mètres.
La bâtarde supérieure . . . . .	1,00
La bâtarde inférieure. . . . .	1,00
La bourrue. . . . .	1,30

On y a creusé les puits Journoud, Laurent et Saint-Germain qui, aujourd'hui, sont tous trois inondés.

Le puits Journoud a été ouvert en 1802; il a atteint la grande masse à 129 mètres du sol, et les bâtardes à 151 mètres. L'extraction, en 1841, n'a eu lieu que pendant deux mois. Les travaux ont été dirigés partie dans la grande couche, au Sud de la concession, partie vers le Nord, dans les bâtardes et dans la bourrue. Celle-ci avait été découverte au moyen d'un faux puits de 30 mètres

partant de la bâtarde. On approfondissait le puits d'extraction pour parvenir à cette couche, lorsqu'une grande affluence d'eau força tout à coup d'interrompre les travaux dans les couches inférieures. Un arrêté préfectoral, qui interdisait toute exploitation sous la ville, obligea aussi les concessionnaires d'arrêter les chantiers dans la grande masse.

Le puits Laurent, qui date de 1804, a rencontré la grande couche à 142 mètres, et les deux bâtardes à 165 mètres de profondeur. Ces dernières sont séparées par un nerf de 1<sup>m</sup>,50 à 2 mètres. L'extraction y a été suspendue en 1816 par suite de l'invasion des eaux venant des mines du Couloux, de la Verrerie et de Chantegraine, et n'a été reprise qu'en 1826. On y a placé alors une pompe d'épuisement qu'on a retirée en 1842, pour la transporter au puits Jamen (Verchères-Fleurdelix).

Le puits Saint-Germain a été foré, en 1820, sur le sommet de la montagne. Il a atteint la grande masse à 126 mètres, et son creusement a été poursuivi jusqu'à 176 mètres sans succès. Il n'a recoupé qu'un mince filet charbonneux, correspondant sans doute à la couche bâtarde. Ce puits a servi à l'aérage et à l'extraction de la houille dans l'amont-pendage de la grande couche. Celle-ci est à peu près épuisée au nord des puits Journoud et Laurent. Il n'en reste qu'une partie au sud sous la ville de Rive-de-Gier, où l'on a déjà fait quelques travaux.

Le massif des bâtardes a été exploité aussi en grande partie. Toutefois, ces couches présentent encore quelques ressources au Sud-Ouest vers le Gier.

Quant à la bourrue, elle est presque entièrement vierge dans toute la concession.

L'air entraînait primitivement dans la mine par le puits Laurent et sortait par le puits Journoud; mais lorsque le puits Saint-Germain fut creusé, l'aspiration se fit par ce dernier.

L'épuisement des eaux a toujours eu lieu au puits Laurent au moyen de quatre colonnes de pompes aspirantes. Les eaux se trouvaient à 70 mètres de l'orifice du puits Journoud, le 30 décembre 1842.

#### CONCESSION DU GOURD-MARIN (32 hectares).

Décret du 3 août 1808. — *Concess.* : MM. VIER, DELAY, RAMADIER et Comp.

La concession du Gourd-Marin comprend les trois champs d'exploitation :

Du Gourd-Marin, du petit Gourd-Marin et du Sardon.

Les puits creusés dans les périmètres du grand Gourd-Marin sont les suivants : Champ d'exploitation du grand Gourd-Marin.

1° Le puits Valuy (1805) : profondeur à la grande couche, 167 mètres; à la bâtarde, 201 mètres.

2° Le puits Gilibert (1807) : profondeur à la grande couche, 167 mètres; à la bâtarde, 205 mètres.

3° Le puits Neuf (1812) : profondeur à la grande couche, 166 mètres; à la bâtarde, 199 mètres.

4° Le puits du Pré (1817) : profondeur à la grande couche, 178 mètres; à la bâtarde, 196 mètres.

5° Le puits Sainte-Anne (1827) : profondeur à

la grande couche, 116 mètres; profondeur totale, 164 mètres.

On voit que les puits Valuy, Gilibert et Neuf ont rencontré la grande couche et la bâtarde aux mêmes profondeurs, quoique leurs orifices soient situés à des niveaux très-différents; d'où il suit que les couches de houille affectent, dans cette partie du bassin, la même pente que celle de la montagne où ces puits sont ouverts.

La grande couche dont la puissance est de 8 à 10 mètres dans le grand Gourd-Marin a été sujette à de fréquents incendies. Elle est d'ailleurs presque entièrement épuisée. Il existe encore quelques piliers dans la bâtarde dont la puissance est de 2 à 3 mètres, et au milieu de laquelle se trouve un nerf de 0<sup>m</sup>,30 à 0<sup>m</sup>,40 d'épaisseur.

Du petit  
Gourd-Marin.

Le puits Thiollier (1810) a atteint la grande couche à 185 mètres, et la bâtarde à 205 mètres.

Le puits Marcand a seulement rencontré la grande masse à 156 mètres.

- (1810) b. qu'on.)  
L'usage est noté  
dans le but de)

Cette couche présente quelques parties intactes vers la limite du grand Gourd-Marin et donne un charbon beaucoup plus tendre que dans ce dernier périmètre.

La couche bâtarde, dont la puissance est de 2<sup>m</sup>,30, est fréquemment interrompue par des crins.

Du Sardon.

Le puits Bourret (1809) a traversé la grande couche à 204 mètres, et la bâtarde à 240 mètres du sol. Il fournit un charbon dur et d'excellente qualité. Ce puits sert à l'aéragé du puits Château (concession de Sardon).

Situation  
des eaux.

Tous les puits de la concession du Gourd-Marin sont inondés depuis 1829.

On a continué en 1841 l'épuisement des eaux

et le curage du puits Bourret. Le niveau des eaux du puits Thiollier se trouvait, au mois de juin 1842, à 80 mètres de son orifice. Ce puits communique indirectement avec le puits Bourret par des fissures dues aux travaux d'exploitation de ce dernier, qui ont été poussés dans le voisinage du puits Thiollier. Celui-ci fournit, par suite, au puits Bourret un entretien d'eau d'environ 2.500 hectolitres en 24 heures. Du puits Bourret, les eaux se rendent au puits Château, qui est en communication directe avec le précédent; mais quoique ce dernier puits soit complètement asséché, les eaux du puits Thiollier n'en restent pas moins au même niveau, et même, dans les saisons pluvieuses, elles peuvent s'élever jusqu'à 15 mètres du jour, quand la pompe du puits Journoud (Montagne du Feu) ne marche pas. Ainsi, puisque en épuisant constamment au puits Château les eaux provenant du puits Thiollier, on ne parvient pas à abaisser leur niveau dans ce dernier puits, il faut en conclure que la quantité d'eau affluente au puits Thiollier est à peu près égale à celle qui s'en échappe par les fissures du terrain. En 1840, les eaux s'étant élevées au puits Thiollier jusqu'à 16 mètres du sol, la quantité d'eau fournie au puits Bourret était devenue trois fois plus considérable.

#### CONCESSION DE CROZAGAQUE (79 hectares).

Ordonn. royale du 25 août 1825. — Concess. : MM. GAUTHIER et Comp.

Les couches connues dans cette concession sont la grande masse et la bâtarde.

La petite bâtarde, qui fait partie de la grande masse dans la majeure partie du bassin houiller; en est ici séparée par un banc de rocher de 0<sup>m</sup>,60

à 1 mètre. L'épaisseur de cette couche est de 1 mètre à 2<sup>m</sup>,50.

Les puits qui existaient dans cette concession ont été presque tous comblés depuis 1800. Ceux qui portaient les noms de Fayard, Besson, Sabot, Praye, ont servi à l'exploitation de la grande couche depuis 1800 jusqu'en 1835, époque de la réunion des compagnies des Verchères et de Crozagaque.

La grande masse a été ensuite exploitée en aval du grand crin par les puits Saint-Germain et Journoud (concession des Verchères-Feloin). Cette couche semble être limitée au Nord par le chemin de Rive-de-Gier à Saint-Romain, dont les affleurements de la batarde ne sont pas éloignés.

La concession de Crozagaque offre encore quelques ressources. La grande couche présente des massifs intacts vers la limite de la concession du Mouillon, et notamment près du grand crin. D'un autre côté, la batarde n'a été exploitée que jusqu'au niveau de la galerie d'écoulement. L'avenir de cette concession est d'ailleurs intimement lié à celui de la concession du Mouillon, puisqu'on ne pourra reprendre l'exploitation du territoire houiller de Crozagaque que lorsque les mines du Mouillon seront épuisées.

#### CONCESSION DU MOUILLON (60 hectares).

Ordonn. du 25 août 1825. — *Concess.* : MM. DONZEL et Comp.

Les concessions du Mouillon, de Gravenand et de Crozagaque n'en formaient qu'une seule de 1760 à 1790. Depuis 1800, les travaux d'extraction ont été dirigés tantôt dans la grande couche et tantôt

dans la batarde, au-dessus du niveau de la galerie d'écoulement. On chercha, en 1827, si la couche Bourrue existait au Mouillon. Dans ce but, les puits des Roues et Chaize, situés près de la limite Est de la concession de Gravenand, furent creusés à 32 mètres au-dessous de la couche batarde; mais à cette profondeur, on arriva au terrain primitif, et on fut obligé par suite d'abandonner les deux puits. On revint donc à la grande couche dont on attaqua la partie inférieure appelée *banc*.

La concession du Mouillon est criblée d'anciens puits, dont les plus profonds ne dépassent pas 90 mètres. Cependant elle peut encore donner lieu à une exploitation de quelques années.

Pendant l'hiver, le bassin ou étang du Mouillon reçoit 15 à 20.000 hectolitres d'eau par jour, et 800 à 1.200 hectolitres en été. On pourrait détourner une partie de cette eau en la dirigeant vers le ruisseau de Feloin, soit par des rigoles faites à la surface, soit par l'ancienne galerie d'écoulement qui débouche dans ce ruisseau et qui devrait être rétablie.

#### CONCESSION DE GRAVENAND (91 hectares).

Ordonn. du 25 août 1825. — *Concess.* : MM. TIESSIER et Comp.

La concession de Gravenand a été divisée de prime abord en trois périmètres :

1° Celui de Gravenand, comprenant la partie de la concession située entre le Gourde-Marin et le Mouillon et appartenant à M. Gauthier;

2° Celui dit Bonnard, à l'Ouest de la maison de Gravenand, cédé à M. Villon;

3° Enfin la partie Sud-Ouest cédée à la compagnie de la Chichonne.

En 1837 les deux premiers périmètres furent vendus 64.000 fr. à une société qui en porta la valeur à la somme de 700.000 fr. Cette société fit creuser deux petits puits dans la prairie attenante à la maison. Celui du Sud fut foncé près de la limite de la portion de terrain appartenant à la Chichonne; mais l'affluence des eaux arrêta bientôt son creusement. L'autre traversa les anciens travaux de la bâtarde à 12 mètres du sol et parvint au terrain primitif à la profondeur de 50 mètres.

La grande masse n'existe pas dans cette localité; elle affleure à l'Est de la maison de Gravenand et ne se trouve, par suite, que dans le premier périmètre appartenant à M. Gauthier. Quant à la mine Bourrue, elle n'a jamais été reconnue dans la concession de Gravenand. Les nombreux puits foncés au territoire de la Garde n'ont rencontré que la bâtarde, dont la puissance est d'environ 1<sup>m</sup>, 20.

Depuis le commencement du XIX<sup>e</sup> siècle on a exploité la partie inférieure de la grande couche et des lambeaux de piliers isolés au milieu des anciens éboulements. Un puits creusé en 1830 dans le vallon de Monissol a atteint un massif de la bâtarde. En 1833, le puits Neuf, situé près de la concession du Gourd-Marin, a été creusé jusqu'à 120 mètres dans le but de rechercher la bourrue; mais on a atteint, comme au Mouillon, le terrain primitif sans avoir rencontré aucune couche de combustible. Le puits des Quatre-Dames, sur la droite du chemin du Mouillon au Sardon, n'a pas eu plus de succès que le précédent.

Tous les travaux entrepris dans cette concession

ont été abandonnés en 1835 et repris dans le courant de l'année 1838.

La concession de Gravenand offre peu de ressources. On a enlevé, par les puits Reynaud, Neuf et Richard, le *banc* de la grande couche que les anciens avaient négligé d'exploiter, de même que la presque totalité de la couche bâtarde dont il ne peut plus rester qu'un fragment dans le voisinage du Mouillon.

La galerie d'écoulement qui existe dans cette dernière concession se prolonge dans celle de Gravenand, dont elle peut assécher une grande partie.

#### CONCESSION DE LA MONTAGNE DU FEU (79 hectares).

Ordonn. du 17 nov. 1824. — *Concess.* : MM. RONAT, MADIGNIER et Comp.

Cette concession a été partagée entre quatre compagnies distinctes :

1<sup>o</sup> La Chichonne au Nord; 2<sup>o</sup> la Chauchère à l'Est; 3<sup>o</sup> la Montagne du Feu à l'Ouest, et 4<sup>o</sup> la petite Cappe au Sud.

Deux puits sont foncés au territoire de la Chichonne : le puits Vieux et le puits Neuf. Le premier est tombé sur un crin. On y a pratiqué deux galeries à travers bancs, l'une à 147 mètres, et l'autre à 159 mètres de profondeur. C'est par cette dernière qu'on découvrit, en 1827, la grande couche en aval du rejet.

Il existe au puits Neuf une percée à 114 mètres du sol. L'entrée dans la couche se trouve à 180 mètres de profondeur.

Les puits du Rocher et Journoud, creusés dans le périmètre de la Chauchère, ont rencontré la grande couche et la bâtarde, le premier aux pro-

fondeurs de 147 et 165 mètres, et le second à 115 et à 147 mètres.

Plusieurs puits ont été foncés dans la partie de la concession attribuée à la compagnie de la Montagne du Feu. Les principaux sont : les puits Saint-Joseph, Saint-Michel, Dumas, Belair et des Salades. Il existe aussi divers anciens puits rapprochés des affleurements de la grande couche, et qui sont abandonnés depuis longtemps.

Le puits Saint-Joseph a atteint la grande masse à 137 mètres sans traverser aucune autre couche exploitable.

L'entrée dans la grande couche au puits Saint-Michel se trouve à 65 mètres de son orifice. Une percée à travers bancs, ouverte à 50 mètres de profondeur, va rejoindre la même couche dans l'amont pendage. La bâtarde a aussi été découverte par une petite galerie horizontale ouverte dans les travaux de la grande couche.

Le puits Dumas a atteint le charbon à 58 mètres.

Le puits Belair est foncé sur le grand crin. On y a pratiqué une galerie au rocher à 181 mètres de la surface du sol, et on a poursuivi son creusement jusqu'à 196 mètres sans rencontrer aucune veine de charbon.

Le puits des Salades est abandonné depuis 1810.

Le champ d'exploitation de la petite Cappe s'étend dans la concession de la Cappe et dans celle de la Montagne du Feu ; mais il ne débouche au jour par aucune ouverture existant dans cette dernière concession. Il est desservi par les deux puits Chavanne et Neyrand, qui sont creusés dans la Cappe, et dont nous parlerons lorsque nous ferons l'historique de cette concession.

Au commencement de ce siècle l'extraction du charbon avait lieu par les puits Dumas, Rivat, Pagnis, etc., situés à peu de distance des affleurements le long du ruisseau de Durèze et dans le territoire dit de la haute Cappe. Ces puits furent bientôt envahis par les eaux. On creusa ensuite les puits des Salades et Planchet. Ce dernier tomba sur le grand crin et ne traversa aucune couche de combustible. Le puits des Salades eut plus de succès ; des travaux furent poussés dans la grande couche sous la montagne, mais ils ne tardèrent pas à être inondés.

En 1802, le sieur Maigre entreprit le creusement du puits Saint Joseph qu'on suspendit avant d'arriver à la houille ; mais on le reprit en 1822 époque à laquelle les exploitations de la Cappe, au-dessous du grand rejet, furent remises en activité. Ce puits atteignit le charbon en 1824.

La grande couche fut découverte aux puits Journoud et du Rocher vers 1805. Ces puits servirent à l'extraction du charbon jusqu'en 1812, lorsqu'un éboulement qui eut lieu dans le puits du Rocher décida les extracteurs à suspendre l'exploitation. En 1823 on établit au-dessus de ces puits deux machines à vapeur qui permirent de reprendre avec activité les travaux abandonnés. On travailla sans relâche de 1824 à 1829 ; mais le mode d'exploitation si vicieux que l'on suivait alors, et qui consistait à provoquer des éboulements au milieu d'une masse de houille dont la puissance atteignait jusqu'à 12 et 15 mètres, occasionna bientôt des fissures nombreuses dans le lit du ruisseau, fissures qui se déclarèrent sur une longueur de 400 à 500 mètres. La société de la Durèze fit exécuter divers travaux d'art dans la

rivière pour essayer de contenir les eaux. Un encaissement fut fait sur la rive droite; mais on n'en eut pas moins 2 à 3000 hectolitres d'eau par 24 heures à extraire dans les bennes. Ces difficultés d'épuisement et le bas prix du charbon amenèrent l'abandon de la mine en 1829. Les eaux s'élevèrent et envahirent successivement les puits Saint-Joseph, Journoud, du Rocher, de la Chichonne, du grand Gourd-Marin, etc.

Le puits Saint-Michel date de 1830. Une percée à travers bancs qui débouche dans la vallée de la Durèze, sur la rive gauche du ruisseau, allait rejoindre le puits Planchet. Cette galerie fut prolongée de 60 mètres au delà, et c'est à son extrémité qu'on creusa le puits Saint-Michel, lequel atteignit la houille en 1832 par une percée horizontale ouverte à 50 mètres de son orifice. Ce puits fut inondé quelques années après par les eaux venant par infiltration du puits Saint-Joseph et des puits de la haute Cappe, dont nous allons parler.

L'exploitation de la haute Cappe fut reprise en 1833 par le puits Dumas, grâce à un endiguement qu'on exécuta dans le lit de la Durèze; mais une crue subite vint tout à coup l'interrompre au mois de novembre 1834. On épuisa les eaux au printemps suivant et on répara les avaries qu'avaient subies les travaux d'art exécutés dans le ruisseau. Ces réparations, qu'on avait faites à grands frais, étaient à peine achevées, qu'au mois d'octobre 1835 une nouvelle crue vint tout détruire. Cet accident eut lieu pendant le jour lorsque les ouvriers étaient sortis de la mine. Il occasionna l'éroulement d'un puits et par suite l'inondation immédiate des travaux; cinq che-

vaux restèrent dans les galeries souterraines qu'on n'a pas encore songé à assécher.

La réunion des compagnies de la Chauchère et de la Montagne du Feu eut lieu en 1836. La nouvelle société fit placer une pompe au puits Journoud dans lequel on put abaisser le niveau d'eau jusqu'à 70 mètres de l'orifice, et en même temps on poursuivit le creusement du puits Saint-Michel qui atteignit la grande couche à 65 mètres de profondeur. On ouvrit des galeries d'avancement suivant la direction de la couche jusqu'à la limite de la Chichonne, et on demanda à opérer le défilage qui fut refusé. Trois chantiers poussés de front à 20 mètres au delà de la limite, firent reconnaître le charbon consumé par les anciens incendies. Les fentes qui existaient dans la houille étaient tapissées de cristaux de sulfate de chaux.

La compagnie de la Chichonne s'empressa alors de faire exécuter au puits neuf, à 114 mètres du jour, une galerie à travers bancs qui rencontra les travaux du puits Saint-Michel au mois d'août 1839; mais le 10 novembre suivant ces mines furent submergées par suite des grandes pluies; dès lors toute exploitation cessa.

Au mois de juillet 1840 on voulut reprendre les travaux. Dans ce but on encaissa le ruisseau de Durèze jusqu'au pont de Saint-Genis; mais ce travail ayant été fait avec trop de précipitation, et n'ayant pas été dirigé avec tous les soins nécessaires, fut détruit presque en totalité le 2 octobre par le torrent. On le recommença et on put rentrer dans les travaux du puits Saint-Michel à la fin de l'année 1841, après avoir abaissé l'eau avec la pompe du puits Journoud. Toutefois les parties basses de la mine étaient toujours inondées et il

était nécessaire, pour la bonne exploitation de ce territoire, de compléter l'épuisement des eaux afin de pouvoir rentrer dans les chantiers de la Chauchère et de la Chichonne. C'est pour ce motif que, vers l'année 1842, on s'est décidé à placer une forte machine d'épuisement (120 chevaux) au puits Saint-Joseph. Pendant l'été, le niveau d'eau est descendu de lui-même par suite des infiltrations du puits Thiollier dans le puits Bourret.

On exploitait à la fin de 1842, par les puits Saint-Michel et Neuf de la Chichonne, le petit massif de houille qui existe au-dessus du grand crin dans le voisinage du puits Belair, et qui pourrait à peine fournir pendant 18 mois 1000 hectolitres par jour.

La pompe du puits Saint-Joseph a été mise en activité à la fin de novembre 1842. Elle sert à épuiser les eaux qui affluent dans les puits Neyrand, Chavanne, Saint-Michel, Journoud, du Rocher, de la Chichonne, et en outre celles provenant des infiltrations soit du ruisseau de Durèze, soit des eaux pluviales de la montagne.

Les ressources de cette concession sont assez étendues surtout dans la partie Ouest. Le massif, dit des Salades, est encore intact. Il reste aussi à extraire la partie comprise entre les puits des Salades et Dumas, celle entre les puits du Rocher et de la Chichonne, et enfin le massif de la grande couche qui suit le ruisseau dans la direction du puits Bourret. La bâtarde n'a été exploitée qu'au puits du Rocher dans un petit rayon. Sa puissance moyenne était de 2 mètres à 2<sup>m</sup>,50. Elle est très-irrégulière au puits Journoud, inexploitable au puits Saint-Joseph, et n'a pas été reconnue à la Chichonne.

Le charbon exploité dans cette concession est très-propre aux fours de verrerie et aux ouvrages de grosse forge. Les transports sont devenus beaucoup moins coûteux depuis le prolongement du canal de Givors auquel il serait facile d'arriver par un petit chemin de fer qui desservirait les différents puits du vallon de la Durèze.

Sous le rapport de l'aérage on peut diviser les exploitations de la Montagne du Feu en deux groupes : D'un côté, le puits Journoud aspire l'air des puits du Rocher et de la Chichonne; d'un autre côté, l'air entre par le puits de la Chichonne, et par la fendue qui débouche au jour près du chemin de Saint-Genis et sort par le puits Saint-Michel.

... On a atteint au puits Saint-Michel la partie incendiée qui se trouve à l'Est vers la Chichonne. Le charbon est entièrement réduit à l'état de coke, et ses propriétés varient suivant les circonstances de chaleur et de pression auxquelles il a été soumis. Certains échantillons sont friables et se réduisent en poussière entre les doigts. D'autres, au contraire, sont très-solides, sonores, à cassure conchoïde et résineuse, et présentent en plusieurs points des irisations.

Les remblais sont pris en grande partie dans la bâtarde, au mur de laquelle se trouve une couche de schiste assez épaisse.

Le creusement du puits Saint-Michel jusqu'au sommet de la montagne est terminé depuis peu. La hauteur de cette cheminée qui ne sert qu'à aérer la galerie de roulage est de 80 mètres. La grande chaleur qui régnait dans cette galerie et qui la rendait presque impraticable, a complètement disparu depuis que ce travail qui avait été reconnu indispensable est achevé.

Procès-verbal de  
visite du 30 août  
1842.

Une galerie de recherche entreprise au puits de la Chichonne, à 130 mètres de la surface, a amené récemment la découverte du charbon. Sa direction fait un angle de 20 degrés au Nord avec la droite qui joint les puits de la Chichonne et Belair. Le puits de la Chichonne est inondé au-dessous de cette galerie qui a rencontré la houille à environ 150 mètres du puits. On voit la couche plonger rapidement vers l'Est en s'amincissant de plus en plus, et se redresser presque verticalement à l'Ouest en se réduisant à un simple filet charbonneux. . . . .

Procès-verbal de  
visite du 14 no-  
vembre 1843.

. . . . . Les travaux de la Chichonne et du puits Journoud étaient depuis quelques heures en communication. L'aérage avait lieu du puits de la Chichonne au puits Journoud, quoique l'orifice du premier puits fût bien supérieur à celui du second. Cette anomalie tient sans doute à ce que l'air étant fortement aspiré par la cheminée du puits Saint-Michel entre avec force par le puits de la Chichonne, et descend en partie jusqu'à l'entrée inférieure qui conduit au puits Journoud. . . . .

#### CONCESSION DE COLLENON (94 hectares).

Ordonn. du 17 sept. 1824. — *Concess.* : MM. CHAVANNE, BINACHON et Comp.

La concession de Collenon comprend trois champs d'exploitation : celui de la Haute-Cappe, de l'île d'Elbe et du Télégraphe.

Le territoire de la Haute-Cappe ne renferme que la partie de la grande couche sise en amont du grand crin. On y a creusé les puits Rivat, Dubreuil, des Echelles, Brûlé, etc. Le puits Rivat a 55 mètres de profondeur jusqu'à la grande masse.

Le puits Dubreuil a rencontré cette même couche à 40 mètres de la surface du sol, et a été foncé jusqu'à 116 mètres, profondeur à laquelle on a atteint le terrain primitif. Le puits des Echelles ne servait qu'à l'aérage et à la descente des ouvriers. Le puits Brûlé a été creusé en 1830 jusqu'à 140 mètres, sans avoir reconnu aucune couche de combustible. Une source d'eau assez abondante le fit abandonner.

Le champ d'exploitation de l'île d'Elbe débouche au jour par les puits Vellerut et Saint-Etienne. Le puits Vellerut, qui a été creusé en 1804, est le plus profond de Rive-de-Gier. Il est tombé sur un crin. La grande couche n'existe donc pas au rond du puits, et on ne l'a reconnue qu'en 1833, par une galerie à travers bancs ouverte à 337 mètres de la surface du sol, et dirigée vers le Sud-Est. Une autre galerie, pratiquée à 411 mètres de profondeur, a rencontré la même couche à 140 mètres du puits.

Le puits Saint-Etienne a été commencé en 1827, il est aussi tombé sur un crin. La grande couche n'y a été reconnue qu'en 1836 par une percée située à 196 mètres du jour, et par une seconde galerie de recherche exécutée en 1842 à 260 mètres de profondeur.

Le champ d'exploitation du Télégraphe comprend les puits Chatagnon ou du Télégraphe et Saint-Irénée. Ce dernier a rencontré la houille en 1818 à 173 mètres du sol, et n'a pas été creusé à une plus grande profondeur. Le puits Chatagnon est situé dans la concession de Corbeyre, à peu de distance de la limite qui sépare cette concession de celle de Collenon. Il a atteint la grande masse en 1830 à 310 mètres, et n'a pas été approfondi au

delà. Ce puits a servi à l'extraction de la houille jusqu'en 1838. Un incendie provenant du mauvais aérage détermina alors son abandon.

On a reconnu aux puits Chatagnon et Saint-Irénée la couche dite petite bâtarde dont l'allure était très-irrégulière; elle n'était séparée de la grande masse que par un banc de rocher de 3 à 4 mètres d'épaisseur.

Les crins sont fréquents dans cette partie du bassin houiller, et courent en général de l'Est à l'Ouest.

La grande masse a une puissance qui varie de 3 à 8 mètres. Son charbon est souvent mélangé de schiste et d'une qualité médiocre.

On ne peut rien préjuger sur les ressources que pourront offrir les terrains inexplorés dans cette concession, au Sud des puits Saint-Etienne et Vellerut, au Nord de ce dernier et au Nord-Ouest du puits Chatagnon.

Le périmètre de la Haute-Cappe est presque épuisé. Toutefois de nouvelles découvertes pourraient encore avoir lieu entre les puits Brûlé et Vellerut, soit en faisant une galerie de recherche à ce dernier, soit en approfondissant le premier puits. Enfin les puits Saint-Irénée et Chatagnon n'ont pas beaucoup d'avenir; car on a extrait la presque totalité du charbon du premier puits, et quant au second, le défilage a été opéré jusqu'au crin qui existe près de la limite de la Cappe, en sorte qu'il ne resterait à exploiter que la partie située au Nord-Ouest, comme nous l'avons dit plus haut.

L'entretien d'eau peut être évalué dans la concession de Collenon à 1.800 hectolitres en 24 heures, savoir :

60 hectolitres au puits Vellerut :		
540	—	Saint-Etienne;
600	—	Saint-Irénée;
600	—	Chatagnon.

Les puits Saint-Irénée et Chatagnon, qui chôment depuis 1840, sont actuellement inondés. Leurs eaux se sont déversées dans les puits Henry et d'Assailly (Corbeyre), et se sont élevées dans ces derniers puits en même temps que dans le puits Chatagnon, où le niveau ne se trouve plus qu'à quelques mètres au-dessous des eaux du puits Saint-Irénée. On s'occupe en ce moment de placer une pompe d'épuisement à ce dernier puits, laquelle devra élever l'entretien des puits de Corbeyre, qui est d'environ 1.200 hectolitres par jour, si on laisse ces puits submergés.

L'eau qui afflue dans les puits Saint-Irénée et Chatagnon provient en grande partie des infiltrations du ruisseau de Collenon, qu'il serait facile d'encaisser ou de détourner à peu de frais.

Un accident affreux est arrivé, en 1840, dans les travaux du puits Vellerut, où une explosion de grisou a fait périr 30 ouvriers et une dizaine de chevaux. Cette explosion a été la conséquence d'un mauvais aérage. A cette époque, la communication entre les deux puits Frère-Jean et Vellerut n'existait pas encore. La percée supérieure du puits Vellerut était simplement fermée par une porte qui forçait l'air venant du puits Saint-Irénée à passer dans des caisses. Ces caisses descendaient jusqu'au fond du puits et portaient l'air dans les travaux qui ne pouvaient être évidemment que très-mal aérés, et où, par suite, le gaz inflammable devait s'accumuler en abondance.

Procès-verbal de  
visite du 4 juillet  
1843.

..... Un corroi de 8 pieds d'épaisseur a été établi, dans la galerie de communication, entre les puits Vellerut et Saint-Étienne. Ce dernier n'est séparé des travaux inondés du puits Saint-Irénée que par un faible massif de houille, et en cas de rupture de ce massif, le corroi préviendrait l'irruption subite des eaux dans le puits Vellerut.

L'extraction est suspendue au puits St-Étienne depuis la fin du mois de mai. ....

#### CONCESSION DU BAN (73 hectares).

Ordonn. du 17 novembre 1824. — *Concess.* : MM. Bonsour et Comp.

De 1800 à 1806, la partie de la concession du Ban située en amont du grand crin et sur la rive droite du ruisseau de Collenon, a été exploitée par la société Meunier, Aroud et compagnie. De nombreux déblais attestent que plusieurs puits ont été creusés dans ce territoire, et leur rapprochement indique que la couche a été rencontrée à une assez faible distance de la surface du sol. On dit que les plus profonds ne dépassaient pas 90 mètres. Une galerie débouchant dans le ruisseau de Collenon servait à l'écoulement des eaux dont elle maintenait le niveau à environ 40 mètres du jour.

Le puits Saint-Michel fut ouvert en 1835 par la compagnie de la Faverge. En 1836, le puits Saint-Cloud, foncé par la société Meunier et compagnie, rencontra, à une profondeur de 16 mètres, une couche de houille très-irrégulière dont la puissance s'élevait jusqu'à 1<sup>m</sup>,30, et qui se trouvait rejetée au Sud par une faille. Les travaux qu'on y avait dirigés furent bientôt suspendus (1).

(1) Il paraît que le creusement de ce puits se rattache à des tripotages qui ne feraient pas beaucoup d'honneur aux exploitants et que je passerai ici sous silence.

Le puits Saint-Philibert, commencé en 1837 par la compagnie de la Faverge, rencontra la couche du puits Saint-Cloud à 88 mètres du jour; elle avait 1 mètre de puissance et était fréquemment interrompue par divers accidents. On y fit quelques travaux de reconnaissance, et on se décida à approfondir le puits, qui, après avoir traversé des bancs de rocher inclinés presque verticalement vers le Sud, tomba sur le terrain primitif à 144 mètres. Des praticiens consultés par la compagnie lui conseillèrent de pousser une galerie à travers bancs contre l'aval-pendage, dans la direction du Gier. On entreprit cette galerie qui recoupa à 15 mètres du puits une couche de charbon de 2 mètres d'épaisseur, plongeant d'environ 40 degrés vers le Sud-Ouest; mais quelques travaux en direction firent bientôt reconnaître les resserrements, par lesquels le massif de houille se trouvait en quelque sorte cerné. On enleva le charbon et le puits fut abandonné en 1838.

Cependant on continuait le creusement du puits Saint-Michel, qui, vers la fin de l'année 1839, rencontra la grande masse bien caractérisée à 314 mètres de profondeur. La couche avait 8 mètres de puissance environ. On se hâta aussitôt de prôner cette découverte. Des ouvriers, en costumes pittoresques de mineurs, tenant en main leurs lampes allumées, parcoururent les rues de Lyon accompagnés d'énormes pérats provenant de la nouvelle couche. On acheta des rails pour l'établissement d'un chemin de fer qui devait partir du puits Saint-Michel et aboutir au canal. On fit l'acquisition, au prix de 25.000 francs, d'un terrain situé à la Grand-Croix, près du canal et destiné à servir de magasin de charbon, etc., etc. Peut-être alors

connaissait-on déjà les fâcheux indices qui avaient suivi de près la découverte de la houille au puits Saint-Michel, et n'avait-on pour but, en faisant tous les préparatifs d'une grande exploitation, que de faire hausser le cours des actions pour s'en défaire le plus avantageusement possible. Quoi qu'il en soit, quand on vint à ouvrir des galeries de reconnaissance dans la mine, on ne tarda pas à s'apercevoir que la couche, loin de se poursuivre avec régularité sur une grande étendue, se réduisait, comme au puits Saint-Philibert, à un amas de charbon isolé affectant, en projection horizontale, la forme d'une tranche de melon. Les travaux furent dirigés d'abord vers le Sud-Ouest; mais à 12 mètres du puits, on trouva un resserrement, au delà duquel il n'existait plus qu'une petite veine de charbon très-inclinée. On suivit aussi la couche au Nord et au Nord-Est; mais tout indice de houille disparut bientôt.

Une petite galerie d'aérage pratiquée au toit de la couche débouche dans le puits Saint-Michel, à 8 mètres au-dessus de l'entrée. Cette galerie a été poursuivie dans la direction du puits du Télégraphe, mais n'a fait reconnaître aucun changement favorable dans l'allure du gîte houiller.

Avant de porter les travaux de recherche dans l'aval-pendage, on voulut revenir à une petite couche schisteuse qu'on avait découverte à 265 mètres de l'orifice du puits; cette couche n'était autre probablement que la petite mine; car on y a dirigé une galerie de 30 mètres de longueur, et son épaisseur n'a jamais été reconnue supérieure à 20 ou 30 centimètres. On se porta donc à la veine de charbon très-pentive qui tient la place de la grande couche, et on la suivit au Sud-Ouest par

une galerie de 50 à 60 mètres, sans que l'allure du terrain se modifiât sensiblement. On supposa alors que cette veine représentait la petite mine, et que la grande masse se trouvait à une plus grande profondeur. Une galerie à travers bancs fut par suite dirigée contre l'amont-pendage; mais cette galerie atteignit bientôt des bancs de rocher qui annonçaient la base du terrain houiller. On reprit de nouveau la descenderie, et à 80 mètres environ du puits, on reconnut un repli où la veine se divisait en deux autres. Un faux puits fut creusé à l'origine de ce repli, et parvint à 20 mètres de profondeur aux premières assises du terrain houiller. On poursuivit alors la galerie de recherche, et on en ouvrit une seconde, suivant la direction, en face dudit faux puits. Cette dernière avait un développement de 52 mètres, lorsque le manque d'air et une petite source d'eau, qui s'était fait jour par une fente, amenèrent la suspension des travaux. Toutefois, la couche paraissait assez régulière. Son épaisseur était de 30 à 40 centimètres, et elle était recouverte d'abord par un toit de grès qui, plus loin, se trouvait remplacé par un schiste feuilleté très-homogène. Quoique l'abandon du puits Saint-Michel fût résolu, quelques actionnaires parvinrent encore à entraîner la compagnie dans des frais inutiles, en la décidant à faire de nouvelles recherches à un niveau supérieur. Une première galerie horizontale à travers bancs fut ouverte en 1841 à 265 mètres de l'orifice du puits et dirigée vers le Nord-Ouest; mais elle atteignit sans succès les roches voisines du terrain primitif à 50 mètres de son entrée. Une deuxième galerie, dont on pouvait prédire d'avance le résultat, fut pratiquée à

200 mètres du jour, dans le courant de l'année 1842, et n'eut pas plus de succès que la première. Ces deux galeries, qui ont de 60 à 100 mètres de longueur, ont coûté 50.000 francs. Les concessionnaires ont enfin renoncé à tout espoir de découvrir une couche exploitable, et ont abandonné le puits Saint-Michel à la fin de 1842.

La concession du Ban touche à la limite Nord du bassin houiller. Les recherches qu'on a faites depuis plus de 20 ans tant dans cette concession qu'au territoire de la Faverge, et qui ont absorbé près de 1 million, n'ont jamais obtenu aucun résultat satisfaisant. La partie de la concession voisine du puits Saint-Michel, où l'on avait le plus de chances de trouver la houille, ayant été reconnue stérile, il est à craindre que tous les travaux qui pourront être entrepris ultérieurement dans ce périmètre soient encore infructueux. Les anciennes mines du Ban peuvent seules offrir encore quelques ressources, quoique déjà bien épuisées.

L'affluence d'eau dans ces anciennes mines n'est pas connue; mais, à en juger par le volume que débite la galerie d'écoulement, elle ne devait pas être considérable; néanmoins, elle doit augmenter sensiblement dans la saison pluvieuse, à cause du peu de profondeur des travaux. L'entretien d'eau est presque nul aux puits Saint-Cloud et Saint-Philibert, et il en tombe environ 200 hectolitres par 24 heures au puits Saint-Michel.

CONCESSION DE LA PÉRONNIÈRE (79 hectares).

Ordonn. du 13 janvier 1841. — *Concess.* : MM. GILLIER, JOURNOUD, MORTIER et Comp.

Trois puits sont creusés dans cette concession : les puits Gillier, Piney et du Chêne.

Le premier date de 1822. Il était parvenu à une profondeur de 170 mètres lorsqu'une source se déclara tout à coup et suscita les plus grands obstacles. On lutta pendant longtemps, mais en vain. Le puits Gillier fut abandonné en 1827. C'est dans le courant de cette même année que fut ouvert le puits Piney, lequel atteignit la houille en 1830, à 200 mètres de profondeur. Il fut approfondi jusqu'à 240 mètres sans rencontrer d'autres couches exploitables.

Dans l'origine, les travaux d'exploitation entrepris au puits Piney ont été conduits sans aucun ordre et avec la plus grande imprudence.

Les extracteurs voulant tout d'abord extraire une grande quantité de charbon, firent pratiquer dans ce but des galeries en tous sens dans le massif de houille. La production journalière s'élevait en effet à 12 ou 1300 hectolitres; mais on eut bientôt à combattre des éboulements et des incendies, tristes résultats du détestable système d'exploitation qu'on avait adopté.

On rencontra, pendant le creusement du puits Piney, une source qu'on pensa venir du puits Gillier. En effet, les eaux baissaient du puits Piney, lorsqu'on faisait fonctionner la machine placée à l'orifice du second puits. On jugea donc convenable d'établir dans ce dernier un serrement pour empêcher les eaux de se déverser dans le puits Piney; mais soit que ce serrement ait été mal établi, soit que la pression des eaux l'ait soulevé, leur niveau remonta et elles continuèrent à se faire jour au puits Piney.

L'entretien d'eau venant du puits Gillier étant très-considérable et empêchant de porter les travaux d'exploitation du puits Piney dans l'aval-

pendage de la couche, la compagnie s'est décidée à y faire placer une pompe qui puise les eaux dans un réservoir situé à une certaine profondeur et les élève au jour. Cette pompe a été établie en 1842; elle est mise en jeu par une machine à haute pression.

La puissance de la grande masse au puits Piney est de 10 à 15 mètres. Une galerie horizontale à travers bancs, dirigée contre l'amont-pendage dans le champ d'exploitation qui débouche au jour par ce puits, a amené dans ces derniers temps la découverte d'une seconde couche de houille séparée de la première par un banc de grès de 20 mètres d'épaisseur.

Le puits du Chêne a été ouvert en 1832 et avait atteint une profondeur d'environ 100 mètres dans le courant de l'année 1833. C'est à cette époque que deux mineurs occupés à moellonner la partie supérieure du puits furent tués par suite de la rupture du plancher sur lequel ils travaillaient. L'administration fit aussitôt suspendre le creusement du puits du Chêne, qui fut repris vers 1836. On était arrivé à une profondeur de 200 mètres lorsqu'une source abondante vint mettre de sérieux obstacles à la continuation des travaux. Cependant il importait que le puits du Chêne fût poursuivi avec activité pour procurer un meilleur aérage dans le champ d'exploitation du puits Piney, où la chaleur devenait insupportable. Le mouvement des eaux fut attentivement observé, et l'on ne tarda pas à reconnaître que leur élévation dans le puits du Chêne faisait baisser notablement celles du puits Saint-Hilaire, placé à peu de distance de la Faverge. On conclut de là qu'il devait nécessairement exister une communication indirecte entre les

deux puits. Dès lors les exploitants de la Gourle s'entendirent avec la société de la Faverge, à laquelle appartenait le puits Saint-Hilaire, pour abaisser le niveau de l'eau dans ce puits et le maintenir à une profondeur telle qu'on pût poursuivre le fonçement du puits du Chêne. On loua donc la machine placée à l'orifice du puits Saint-Hilaire à raison de 10 francs par jour, et la mise en activité de cette machine permit d'approfondir le puits du Chêne, où l'affluence des eaux diminuait très-sensiblement. On dirigea en même temps vers ce puits une galerie à travers bancs, partant du crin reconnu au puits Piney, et à la fin de 1839 la communication entre les deux puits fut établie au moyen de cette galerie. Le puits du Chêne avait alors atteint une profondeur de 293 mètres. On continua son creusement sans interruption jusqu'au terrain primitif, qu'on rencontra à 364 mètres. Toutefois ce puits avait traversé plusieurs petits filets de houille plongeant vers le Nord-Est, dont le plus épais se trouvait à 340 mètres de la surface du sol. On pratiqua dans ce dernier une galerie inclinée et on reconnut qu'il prenait une épaisseur de plus en plus grande. On pratiqua en même temps au fond du puits une percée dans le rocher pour aller à la rencontre de la galerie qui descendait suivant la pente. Au point de jonction de ces deux galeries la couche de houille était assez épaisse et plongeait sous une forte inclinaison. On s'est attaché alors à reconnaître l'allure de la couche en profondeur et en direction. Le nerf-blanc, qui est très-bien caractérisé, ne laisse aucun doute sur l'identité de cette couche avec la grande masse. Deux galeries poussées à des niveaux différents vers la Faverge

ont rencontré un resserrement avant d'arriver sous le ruisseau. Les recherches n'ont pas été poursuivies au delà de ce côté. On a aussi entrepris vers la fin de l'année 1842 le creusement d'un faux puits dans l'intention de reconnaître l'allure de la grande masse à un niveau inférieur. Ce faux puits avait atteint le mur de la couche et avait même pénétré de quelques mètres dans les bancs de grès sur lesquels elle repose; mais le plafond de la cavité où se trouvait établi le vargue qui desservait ce faux puits s'est éboulé et a fait suspendre les travaux. Toutes les recherches étaient donc poussées en direction vers le puits Gillier en 1843, et l'on n'avait pas encore reconnu la manière d'être de la couche en profondeur. Sa puissance est d'ailleurs de 5 à 7 mètres dans le voisinage du puits du Chêne.

L'aérage des travaux de ce puits a été d'abord très-imparfait; il avait lieu en effet au moyen de caisses qui prenaient l'air venant du puits Piney à l'extrémité de la galerie qui aboutit au puits du Chêne et le portaient dans les travaux du fond. Le système d'aérage était donc le même qu'entre les puits Saint-Étienne et Vellerut, lorsque ce dernier n'était pas encore en communication avec le puits Frère-Jean. Mais aujourd'hui l'entrée de la galerie au puits du Chêne est fermée par une porte qui force l'air à descendre par un faux puits dans les chantiers de l'aval.

L'entretien d'eau est d'environ :

1.200	hectolitres	au puits Gillier;
1.100	—	— Piney;
700	—	— du Chêne.

..... Les recherches entreprises au puits du Chêne ont montré que la couche s'a-

Procès-verbal de  
visite du 5 décem-  
bre 1842.

mincit à peu de distance du ruisseau de la Faverge. Des galeries sont maintenant dirigées au sud vers le puits Gillier. ....

..... Un faux puits avait été entrepris dans le champ d'exploitation du puits du Chêne pour reconnaître la couche en profondeur; mais il est maintenant couvert de décombres provenant de l'éboulement de la cavité où se trouvait renfermé le vargue qui le desservait. Procès-verbal de  
visite du 25 avril  
1843.

Le faux puits destiné à mettre en communication les travaux du puits Piney avec ceux du puits du Chêne est terminé; aussi l'aérage se fait-il beaucoup mieux que précédemment. On a toutefois rencontré un peu de gaz inflammable dans un des chantiers montants du puits du Chêne.

La galerie au rocher, percée au mur de la grande masse dans le champ d'exploitation du puits Piney, a rencontré le charbon au commencement de l'année. On ignore encore si cette couche appartient à la partie inférieure de la grande masse ou à la bâtarde. Elle est d'ailleurs très-irrégulière. ....

..... Les travaux d'exploitation sont dirigés dans l'amont-pendage des deux couches supérieure et inférieure, qui dans ce territoire sont séparées par un banc de grès assez puissant, mais qui cependant appartiennent, selon toute probabilité, à la même couche connue sous le nom de grande masse. Les remblais sont fournis par les débris provenant des crins ou des vieux travaux. Les écrasements qui ont été la conséquence du mauvais système d'exploitation que l'on suivait autrefois, ont rendu les incendies imminents dans ce champ d'exploitation. Aussi a-t-on pré-

Procès-verbal de  
visite du 21 fé-  
vrier 1844.

paré plusieurs corrois pour pouvoir isoler certaines parties de la mine en cas d'accidents.

On a fait au puits Piney une galerie de recherche dans un crin qui coupe la couche de l'ouest à l'est. On croit que ce crin est le même que celui qui a été reconnu au puits du Chêne, et on espère retrouver le prolongement de la grande couche au nord.

Il tombe toujours beaucoup d'eau dans le puits du Chêne par suite du chômage de la machine du puits Saint-Hilaire. On élève en 24 heures 150 bennes d'eau contenant chacune environ 10 hectolitres, soit 1500 hectolitres.

Extraction journalière :

Au puits Piney :	{ 105 bennes de 10 hectolitres ;
	{ 100 bennes d'eau.
Au puits du Chêne :	{ 60 bennes de 10 hectolitres ;
	{ 150 bennes d'eau.

CONCESSION DE CORBEYRE (37 hectares).

Ordonn. du 17 novembre 1824. — *Concess.* : MM. FINAZ, NEYRAND.

Deux puits ont été creusés dans cette concession ; ce sont les puits Henry et Olympe. Le creusement de ce dernier a été suspendu à la profondeur de 120 mètres, par suite d'une grande affluence d'eau. Le premier a atteint le charbon en 1825 à 207 mètres du jour. La couche forme une espèce de dos d'âne au rond du puits. Une galerie à travers bancs, ouverte à 216 mètres de profondeur, l'a recoupée au Sud-Ouest à 40 mètres de son entrée. Cette couche a 6 à 7 mètres de puissance et est divisée en deux parties égales par le nerf blanc. On a reconnu aussi au mur de la grande masse la couche dite petite bâtarde, qui n'en est séparée

que par 1 à 2 mètres de rocher et qui a de 1 mètre à 1<sup>m</sup>,80 d'épaisseur moyenne.

Le terrain houiller est extrêmement bouleversé dans la concession de Corbeyre. La grande couche y présente de nombreux resserrements et fournit un combustible très-mélangé de schiste.

Le puits Henry a été mis en communication avec le puits d'Assailly (concession du Reclus) dans le courant de l'année 1837. Cette communication devait contribuer à aérer les travaux du puits Henry et à donner des indications utiles sur l'allure du terrain près du puits d'Assailly, qui n'avait rencontré aucune couche de houille. On poussa donc au puits Henry une galerie de reconnaissance au delà du Gier, afin de déterminer la profondeur à laquelle il conviendrait d'ouvrir une percée à travers bancs, dans le puits d'Assailly, pour aller rejoindre les mines de Corbeyre. Cette percée fut pratiquée à 232 mètres de la surface du sol.

Le puits Henry a servi à l'extraction de la houille, jusqu'en 1840. Les eaux venant des puits du Télégraphe et de Saint-Irénée, jointes à celles du Gier, qui ruisselaient en assez grande abondance contre les parois du puits, ont forcé les exploitants à l'abandonner. L'extraction était facilitée au puits Henry par une pompe placée dans un faux puits voisin, laquelle diminuait notablement la quantité d'eau affluente.

La grande couche est très-irrégulière dans le voisinage du puits Henry : à l'Est elle est coupée par une faille non loin du moulin Cuzieux. Au Nord-Ouest elle semble former un bas-fond pour se relever ensuite rapidement vers le puits du Télégraphe. Enfin elle est très-accidentée au Sud.

La grande masse existe aussi sous le puits Olympe; mais son irrégularité et la mauvaise qualité de son charbon ont empêché jusqu'ici d'approfondir ce puits.

Il conviendrait peut-être d'ouvrir un nouveau puits à l'Ouest du puits Olympe pour explorer la partie de la concession où il n'a été fait jusqu'ici aucunes recherches. On ignore aussi quelles ressources peut offrir la portion de terrain contiguë aux concessions de Collenon et de la Cappe.

Le puits Henry est en très-mauvais état, et il faudra y faire des réparations assez coûteuses lorsqu'on voudra le remettre en activité.

L'entretien d'eau peut être réparti comme suit :

Des puits du Télégraphe et Saint-Irénée. . . . .	1.200 hectol.
Du puits Henry. . . . .	1.200
Pompe du faux puits. . . . .	1.200
Total. . . . .	3.600

CONCESSION DE LA GRAND-CROIX (221 hectares).

Ordonn. de 1824 et de 1841. — *Concess.* : MM. BÉTHENOD et Comp.

Il existait au commencement de ce siècle 4 puits au territoire de la Grand-Croix :

Ceux de la Roue, Fournas, Neuf et Charrin. On a ensuite creusé successivement les puits Montribout, Frontignat, Burlat et Saint-Paul.

1° Le puits de la Roue n'avait que 80 mètres de profondeur. Il n'atteignait pas la couche et ne servait qu'à épuiser les eaux d'anciens travaux supérieurs, avec lesquels il se trouvait en communication par une galerie de 100 mètres ;

2° Le puits Fournas découvrit la grande couche en 1804, à 90 mètres du jour; ce puits, qui communique avec le puits Neuf, a servi à l'extraction

de la houille jusqu'en 1836. A cette époque, on y a placé des échelles, et depuis il ne sert plus qu'à l'entrée et à la sortie des ouvriers.

3° Le puits Neuf a été ouvert en 1804. Il a atteint la grande couche en 1806, à 101 mètres de profondeur, et la batarde en 1835, à 137 mètres. L'extraction a été dans l'origine très-active au puits Neuf. Malheureusement les travaux y étaient faits sans aucun ordre, et ont compromis gravement l'avenir de cette mine. C'est là que la grande masse atteint son maximum de puissance (20 mètres). Cette belle couche a été sillonnée en tous sens par des galeries dirigées tantôt au toit, tantôt au mur, de sorte que le charbon ne présente plus aucune ténacité. On ne peut plus extraire que du menu, et on a à redouter des incendies et des éboulements. Il est donc indispensable de prendre toutes les précautions nécessaires pour éviter les accidents qui pourraient porter atteinte à la sûreté des ouvriers et à la conservation de la mine.

On a exploité pendant plus de 15 années par éboulements. Il est bientôt résulté de ce détestable système des échauffements dans toute la mine de houille, et il a fallu fermer la majeure partie des travaux. Presque partout, 4 à 5 chantiers ont passé les uns sur les autres et se sont croisés en tous sens. Les vieux bois sont si nombreux et si enchevêtrés les uns dans les autres, qu'on a peine à reconnaître la direction que suivaient les anciennes galeries. Il y a beaucoup de corrois dans la mine, et cependant la mauvaise odeur se fait toujours sentir. On est forcé de n'amener qu'une faible quantité d'air dans les travaux, où règne par suite une chaleur excessive. Deux pi-

queurs font à peine autant de travail qu'un seul dans d'autres mines. En somme, cette exploitation ne laisse pas que d'être très-dangereuse à cause de l'imminence des éboulements et du manque d'air. Toutefois il faut avouer que les éboulements de menu charbon contribuent puissamment à étouffer les incendies partiels qui viennent à se déclarer.

Les travaux de la bâtarde se sont développés sur une assez grande étendue. Le gaz inflammable se montre dans le massif, et le sol se soulève beaucoup. On a exploité cette couche pendant deux ou trois ans; mais depuis 1839 on s'est contenté d'entretenir la voie principale, qui débouche actuellement par une percée à travers bancs dans les travaux du puits Charrin.

4° Le puits Charrin date de 1806; il a été foncé d'abord à 160 mètres et a servi à l'épuisement des eaux jusqu'en 1834. Son creusement ayant été poursuivi, la grande masse a été rencontrée à une profondeur de 181 mètres, et le puits a été approfondi jusqu'à 201 mètres, où l'on a ouvert une galerie au rocher qui rejoint la couche dans l'aval-pendage. Il existe au puits Charrin trois entrées: l'une au-dessus de la couche, la deuxième dans la couche, et la troisième au-dessous. Cette dernière correspond à la galerie d'écoulement qui fait communiquer les travaux de la partie basse du puits Charrin avec le puits Montribout. On a placé à ce dernier, dans le courant de l'année 1834, une pompe, qui a permis d'extraire le charbon au puits Charrin. Les travaux ont été portés d'abord dans le massif qu'on avait laissé au puits Neuf, à cause de sa proximité du puits Charrin et de la forte pente de la couche. On a pratiqué ensuite une

galerie de reconnaissance dirigée vers l'Ouest, au sud du puits Montribout. Cette galerie a fait découvrir un crin, au delà duquel on a retrouvé le charbon. Mais la couche plongeait sous une forte inclinaison, et de plus on était gêné par l'eau, ce qui fit qu'on ne poussa pas plus avant des recherches qui, d'ailleurs, pouvaient être faites avec plus de facilité par un nouveau puits creusé récemment, et qui porte le nom de puits Saint-Paul.

Une galerie à travers bancs a été ouverte il y a peu de temps dans le champ d'exploitation du puits Charrin sous le dos d'âne formé par la grande masse. Cette galerie doit servir au transport des charbons exploités dans le versant est de la couche.

On a exploité la couche bâtarde, en 1838 et 1839, par une percée au rocher, partant des travaux de la grande masse. Les deux puits Neuf et Charrin ont pu ainsi être mis en communication avec cette couche, et l'aérage des chantiers de la bâtarde au puits neuf est devenu beaucoup meilleur. Auparavant ces chantiers n'étaient que très-imparfaitement aérés par un faux puits ouvert dans les travaux du puits neuf. Depuis que cette communication est établie, on n'a exploité au puits Charrin que la grande couche, qui donne un combustible de qualité bien supérieure, très-propre à la forge et à la fabrication du coke.

5° Le puits Montribout, creusé en 1821, est parvenu en 1824 à la profondeur de 240 mètres; il a trois entrées: l'une au-dessus de la couche; la deuxième, dans la couche, à 207 mètres, et la troisième, à 236 mètres. L'extraction y a été très-active pendant cinq à six ans; mais depuis 1834

ce puits est presque exclusivement consacré à l'épuisement des eaux de toute la concession. On a fait, il y a quatre à cinq ans, entre les puits Frontignat et Montribout, une galerie d'écoulement qui nécessite beaucoup d'entretien. Cette galerie, qui se trouvait au mur de la couche, a été bouchée plusieurs fois par la pression du terrain, et on était occupé en 1842 à en ouvrir une au toit.

Il existe dans le voisinage du puits Montribout une faille qui relève les couches vers le Gier. Cette faille a été traversée par une galerie à travers bancs, et les travaux d'exploitation ont été portés dans la partie de la grande masse située sur la rive gauche du ruisseau.

On a aussi exploité la bâtarde au puits Montribout par une percée partant de la grande couche, et dirigée contre l'amont-pondage. Ces travaux sont suspendus depuis 1839.

6° Le puits Frontignat a été creusé en 1821, et a atteint la grande couche, en 1823, à 102 mètres de profondeur. On l'a approfondi sans succès jusqu'à 140 mètres. Ce puits est situé sur la rive gauche du Gier dans un terrain qui n'était pas encore concédé en 1841, et qui n'a été ajouté à la concession de la Grand-Croix que par une ordonnance royale du 13 janvier 1842.

Les travaux du puits Frontignat sont limités au Nord et à l'Est par un crin, et sont enclavés au Sud dans ceux des autres puits de la Grand-Croix. L'exploitation a été régulière au puits Frontignat de 1823 à 1834; mais elle s'est trouvée souvent entravée par des incendies et par des infiltrations d'eau considérables résultant du mauvais système d'exploitation qui a été suivi d'abord.

Une galerie à travers bancs va rejoindre la cou-

che, qui plonge rapidement à l'Ouest vers le puits Piney, et qui se trouve coupée par un crin. On y remarque deux nerfs-blancs séparés par un intervalle de 4 à 6 mètres. La même couche est relevée au Nord et à l'Est par une faille, qui forme une espèce de ceinture autour du puits Frontignat. En 1830, une source venant probablement du Gier s'est déclarée au contact de cette faille, et s'est accrue jusqu'aujourd'hui. Elle donne en vingt-quatre heures 4 à 5.000 hectolitres d'eau qui se rendent au puits Montribout. Les chantiers de l'amont-pondage et ceux dirigés vers le Gier sont incendiés et cernés depuis plusieurs années par des corrois. Les travaux d'exploitation portent donc exclusivement dans l'aval-pondage; mais la percée à travers bancs qui y aboutit, et qui incline vers le puits, étant inondée, ne peut servir au transport de la houille. Un faux puits de 28 mètres, creusé presque entièrement dans la couche, et un plan incliné muni d'une double voie de fer, permettent d'élever les charbons jusqu'au niveau de la galerie supérieure de roulage.

Une nouvelle voie de transport avait été entreprise en 1839, au-dessus de la percée actuellement inondée dont il a été fait mention plus haut; mais un incendie a forcé de l'abandonner.

7° Le puits Burlat, creusé en 1822, est tombé sur un bouleversement dû sans doute au soulèvement qui correspond au ruisseau du Dorlay. On a fait dans ce puits, dont la profondeur totale est de 187 mètres, quelques travaux de recherches au moyen d'une percée au rocher située à 166 mètres du jour.

8° Le puits Saint-Paul date de 1838, et a été creusé jusqu'à 260 mètres, sans traverser aucune

couche exploitable. Une galerie ouverte à 266 mètres de la surface du sol a rejoint, à 120 mètres de son entrée, les travaux du puits Charrin vers la fin de l'année 1841.

Quelques galeries de recherches ont été dirigées au Sud où la grande couche diminue très-sensiblement d'épaisseur, jusqu'à un crin qu'on n'a pas traversé.

Aérage.

L'air entre par les puits Frontignat, Charrin, Fournas et Saint-Paul, et sort presque en totalité par le puits Neuf. Une petite portion s'échappe aussi par le puits Montribout. Cet air vicié peut amener une prompte détérioration des tiges de pompes, et, à ce point de vue, il conviendrait peut-être que l'air fût refoulé au lieu d'être aspiré par ce puits; on aurait, à la vérité, un autre inconvénient à redouter, c'est la gelée pendant l'hiver; mais on pourrait y remédier au moyen d'un jet de vapeur.

Extraction.

La production journalière des mines de la Grand-Croix était de 3.300 hectolitres en 1842.

Qualité de la houille.

Les mines de la Grand-Croix donnent un charbon très-estimé pour la forge, et éminemment propre à la fabrication du coke.

Transports.

Les transports sont faciles et peu coûteux, à cause de la proximité du chemin de fer. De plus, la partie du canal de Givors qui s'étend jusqu'au puits Frontignat, fournira aux charbons de la Grand-Croix un écoulement avantageux lorsqu'on pourra la mettre en activité.

Ressources.

Il n'y a que les puits Charrin et Montribout qui offrent encore de belles ressources. La partie supérieure de la grande masse est vierge en beaucoup de points, et la bâtarde, dont la puissance est de 3 à 4 mètres, y est à peu près intacte; mais

le sol se soulève rapidement dans cette dernière couche, et son exploitation ne laisse pas que d'être assez coûteuse.

L'affluence d'eau dans les mines de la Grand-Croix peut être évaluée à 7 ou 8.000 hectolitres en vingt-quatre heures. Cette eau vient en grande partie du puits Frontignat. Les anciens puits de la roue, Mouchon, etc., en donnent aussi une certaine quantité. Enfin il en tombe environ 300 hectolitres dans le puits Charrin. Toutes ces eaux sont recueillies au puits Montribout, où elles sont élevées au jour au moyen de trois pompes foulantes, étagées, dont les pistons ont 0<sup>m</sup>,24 de diamètre et 1<sup>m</sup>,80 de course. Il y a lieu de penser que cette quantité d'eau ne peut que s'accroître, si l'on considère que le produit annuel des mines s'élève à un million d'hectolitres, que les remblais ne se font qu'imparfaitement, et que, par suite, les mouvements du sol doivent déterminer des crevasses dans le lit de la rivière du Gier.

..... L'eau est maintenue au puits Frontignat au niveau de la deuxième entrée qui se trouve au toit de la couche. L'entrée inférieure est toujours noyée.

Procès-verbal de  
visite du 17 octo-  
bre 1842.

On reconnaît la présence du grisou dans les travaux des puits Saint-Paul et Charrin. Des incendies se sont déclarés dans tous les champs d'exploitation, excepté dans celui du puits Saint-Paul. Ce dernier communique avec le puits Charrin par un chemin d'air qui sert de galerie de roulage, et dans lequel se trouve un chemin de fer suspendu à un seul rail. Un semblable système est établi dans les travaux du puits Frontignat. Le roulage a lieu dans ces deux puits par des chevaux

Eaux.

qui peuvent traîner à la fois quatre bennes de 3 hectolitres chaque, soit 12 hectolitres. C'est trois fois plus que ce qu'un cheval peut faire sur le sol d'une galerie souterraine. Dans la partie ouest de la mine Charrin, la tranche maréchale est presque intacte. On voit, en effet le nerf blanc au toit des galeries; mais il n'en est pas de même dans la partie est, où l'on découvre le toit de la couche en beaucoup d'endroits. . . . .

Procès-verbal de  
visite du 6 mars  
1844.

. . . . . La percée à travers bancs, ouverte dans les travaux du puits Charrin, avait rencontré le charbon la veille, après avoir traversé deux fois la seconde petite mine interposée entre la grande couche et la bâtarde. Cette galerie passe sous le dos d'âne que forme la grande masse dans cette localité. Elle servira au transport direct des charbons exploités dans la partie est de la mine. Sa longueur est de 170 mètres. . . . .

#### CONCESSION DU RECLUS (296 hectares).

Ordonn. du 13 juillet 1825. — *Concess.* : MM. NEYRAND frères, FLEURDELIX et Comp.

La concession du Reclus comprend quatre champs d'exploitation :

1° Celui dit du Bas-Reclus, communiquant au jour par les puits Saint-Isidore, Sainte-Colette et Saint-Mathieu;

2° Celui du Haut-Reclus (puits Devarey et Saint-Romain);

3° Celui d'Assailly (puits Saint-Denis et d'Assailly);

4° Enfin celui du Dorlay (puits Saint-Philippe).

1° *Bas-Reclus.* Le puits Saint-Mathieu a été creusé de 1814 à 1817, et a atteint la grande

couche; dont la puissance est de 10 à 15 mètres, à 197 mètres de profondeur. Il a été poursuivi jusqu'à 209 mètres, sans traverser aucune autre veine de combustible.

Le puits Saint-Isidore date de 1820, et a rencontré la grande masse à 194 mètres du jour.

Le puits Sainte-Colette, qui n'est séparé du précédent que par une distance de 3 mètres, a été foncé à la même époque jusqu'à 150 mètres pour servir à l'épuisement des eaux, et faciliter ainsi le creusement du puits Saint-Isidore. Il a été approfondi en 1836 et a atteint la grande couche à 192 mètres, et la bâtarde à 210 mètres.

L'exploitation a été très-active, et a eu lieu sans interruption dans ce périmètre de 1807 à 1827. La société à laquelle il appartenait fit la faute de donner l'extraction à l'entreprise en payant tant par benne de charbon. Aussi les extracteurs se mirent à provoquer des éboulements dans les parties les plus riches de la mine, et notamment dans le voisinage du puits Saint-Mathieu. Celui-ci ne recevait d'abord que 100 hectolitres d'eau par jour; mais bientôt de nombreuses sources s'y firent jour, et en 1827 on fut obligé d'y établir une machine d'épuisement de la force de 60 chevaux pour pouvoir reprendre l'exploitation de la houille. Peu de temps après, des filtrations d'eau considérables se déclarèrent dans l'intérieur même des travaux du puits Saint-Isidore. Comme ce puits est séparé du puits Saint-Mathieu par un dos d'âne, on ne pouvait faire écouler directement les eaux vers ce dernier puits. Alors on se décida à établir dans l'intérieur de la mine Saint-Isidore une machine à vapeur à haute pression de 10 chevaux, pour donner le mouvement à une pompe

qui élevât les eaux et les déversât au puits Saint-Mathieu. La chaudière qui desservait cette machine était placée au milieu du massif, et était confiée à un enfant sans expérience. Tout à coup le feu prit aux bois dont elle était entourée, de là au charbon, et finit par produire l'embrasement général du chemin servant de communication entre les deux puits. Cette catastrophe eut lieu au commencement de l'année 1831, et fit périr dix ouvriers, dont un gouverneur. Il fallut faire de pénibles efforts pour retirer ces malheureuses victimes. Les puits furent fermés aussitôt et envahis par les eaux.

En 1836, la pompe de Lorette (concession de la Cappe) avait asséché les mines de ce nom, et par suite les eaux du puits Saint-Mathieu étaient descendues à 170 mètres de son orifice, profondeur à laquelle leur niveau restait constant. Ce niveau devait correspondre, en effet, au sommet du dos d'âne qui existe entre les deux puits Saint-Mathieu et Lorette. Toutefois il n'y avait aucune communication directe entre ces deux puits; seulement l'eau s'infiltrait de l'un à l'autre à travers le faible massif de houille qu'on avait laissé intact sous le Gier. On transporta la pompe de Saint-Mathieu au puits Saint-Isidore, qui devint ainsi le centre d'épuisement des mines du Bas-Reclus. Les exploitants, avides de bénéfices et impatients de voir extraire du charbon, firent ouvrir dans le puits Saint-Mathieu, à 160 mètres du jour, une galerie à travers bancs qui alla rejoindre la couche dans sa relevée au Sud à 90 mètres de son entrée. Cette portion de couche fut exploitée de 1836 à 1838 : elle s'amincissait graduellement en se relevant vers la grande route. L'aérage devenait par con-

séquent très-difficile, et l'on se décida à battre en retraite et à abandonner les travaux.

L'extraction fut reprise au puits Saint-Isidore après l'épuisement des eaux, et eut lieu régulièrement jusqu'en 1840.

Le système d'exploitation par éboulement, suivi au puits Saint-Mathieu dans une couche puissante, n'a pas seulement donné lieu à de nombreuses fissures qui amènent dans la mine les eaux de la surface, mais il a aussi occasionné de fréquents incendies qui ont forcé les exploitants à fermer une partie des travaux, et à ouvrir des chemins d'air au-dessous de la couche pour attaquer le massif au delà des chantiers embrasés.

On a ouvert quelques galeries dans la petite bâtarde qui n'est séparée de la grande couche que par un intervalle de 1 à 2 mètres au plus.

Au puits Sainte-Colette, les travaux dans la bâtarde ne sont encore parvenus qu'à une faible distance de l'entrée. Cette couche a de 2 à 3 mètres d'épaisseur, et est divisée en deux parties à peu près égales par un nerf de 0<sup>m</sup>,30 à 0<sup>m</sup>,60. Elle est d'ailleurs très-accidentée, et se rapproche à 2 ou 3 mètres de la couche supérieure vers le Sud-Est.

Le puits Sainte-Colette aspire l'air qui pénètre dans les travaux par les puits Saint-Mathieu et Saint-Isidore.

Les principales ressources des mines du Bas-Reclus consistent dans des massifs qui existent d'une part à l'Est du puits Sainte-Colette, et d'autre part à l'Ouest du puits Saint-Mathieu, au-dessous du niveau des eaux. Il ne reste entre les puits Saint-Mathieu et Sainte-Colette que

quelques lambeaux de la tranche maréchale qu'on exploitait en 1842.

On a placé au puits Saint-Mathieu une nouvelle pompe destinée à élever les eaux qui tombent en abondance. Cette pompe puise l'eau dans deux réservoirs situés à 70 mètres et à 125 mètres. Son produit journalier est de 4 à 5.000 hectolitres. Il y a aussi un volume d'eau assez considérable qui afflue au-dessous du réservoir, et qui se rend au puits Saint-Isidore par une galerie d'écoulement.

Les eaux sont le fléau des mines du Bas-Reclus; elles y affluent par des crevasses qui existent à la surface du sol, au-dessous du Gier et du canal. Ces crevasses s'étendent jusqu'à la rigole d'alimentation qui prend l'eau du Gier à la hauteur du moulin Cuzieux, et la conduit dans le bassin du canal à Lorette en suivant la rive gauche de la rivière. On a remarqué, en effet, que l'ouverture de cette rigole a fait naître des sources considérables au puits Saint-Mathieu. Quelques travaux faits dans le lit du Gier en 1840 l'ont étanché en partie, de sorte que la plus grande quantité d'eau vient du canal et de la rigole. Cet état de choses donne lieu à des contestations continuelles entre les concessionnaires du Reclus et la compagnie du canal de Givors.

2° *Haut-Reclus*. Au commencement du XIX<sup>e</sup> siècle l'extraction du charbon avait lieu au territoire du Haut-Reclus par les puits Thevenet, Julien, Dubouchet, des Courges, de la Chambaude, du Plomb, etc., qui tous étaient placés au Sud de la grande route. Il y avait aussi deux ou trois petits puits creusés au lieu dit Côte-Grangier, vers le Sud-Ouest de la concession. On n'a jamais reconnu la bâtarde dans cette partie du territoire

houiller, quoique plusieurs des puits mentionnés plus haut, et notamment celui de la Chambaude, aient été creusés à 30 ou même 40 mètres au-dessous de la grande couche. D'ailleurs tous ces puits n'ont jamais rencontré que quelques amas de charbon irréguliers et sans continuité, et ont été abandonnés dès que l'exploitation a été portée au centre de la vallée du Gier.

Le puits Devarey a rencontré la grande masse, en 1838, à 208 mètres de profondeur, et la bâtarde à 240 mètres. Les travaux ont été poussés très-activement dans la première couche, qui plonge très-fortement vers le Nord; mais on a peu extrait dans la bâtarde. Ce champ d'exploitation est limité au Nord par le Gier, à l'Est par la concession du Sardon, à l'Ouest par les travaux du puits Saint-Isidore, et au Sud par la limite du terrain houiller. Il est, comme on le voit, assez restreint, mais il n'en a pas moins un bel avenir. Il existe en effet une assez grande étendue de terrain vierge entre le Gier et la grande route, et près de la limite commune aux concessions du Sardon et du Reclus. Le puits Devarey se trouvant creusé au milieu de couches très-inclinées, doit avoir par cela même assez peu de solidité. Il convient donc de le visiter fréquemment et de réparer les avaries qu'il a pu éprouver. Il est indispensable aussi d'exploiter la grande couche avec précaution, en remblayant les vides aussi complètement que possible, afin d'éviter les éboulements et les incendies qui en sont la suite.

Le puits Devarey a été mis en communication avec le puits Grézieux (concession du Sardon) au commencement de l'année 1841, tant pour la sûreté des ouvriers que pour le bon aérage des

deux mines. Le chemin d'air aboutit à la percée à travers bancs du puits Devarey, qui se trouve au-dessus de la grande couche à 195 mètres de profondeur. Il existe une deuxième entrée dans la couche à 216 mètres, une troisième entrée au-dessous de la couche, enfin une quatrième galerie dans le rocher dirigée contre l'amont-pendage de la bâtarde. Avant que le puits Saint-Romain ne fût achevé, l'air venant de Grézieux descendait dans les travaux de la deuxième et de la troisième entrée et sortait par le puits Devarey. L'aérage n'était donc pas continu dans la bâtarde. Aujourd'hui l'air entre par le puits Saint-Romain et sort par le puits Devarey, quoique ce dernier soit beaucoup plus profond que le précédent, et que son orifice soit à un niveau inférieur à celui du premier puits.

Le transport des charbons a lieu par des chevaux dans la partie haute de la mine, et par des traîneurs dans la partie basse.

Le puits Saint-Romain a été creusé en 1842. Une galerie dirigée vers le Nord-Ouest à 120 mètres du jour, a traversé deux fois et à 8 mètres d'intervalle la grande masse, qui forme un repli très-prononcé en cet endroit. Cette couche est parfaitement caractérisée par la présence du nerf-blanc; son épaisseur est de 7 mètres. Le puits Saint-Romain a été approfondi de 30 mètres au-dessous de la galerie dont il vient d'être question, et n'a traversé aucune veine de houille. On avait espéré atteindre la grande masse à 100 mètres environ de profondeur; mais les espérances qu'on avait conçues, et qui d'ailleurs étaient très-rationnelles, n'ont pas été réalisées.

3° *Assailly*. Le puits Saint-Denis a été ouvert

en 1822. Il a 288 mètres de profondeur. Ce puits a rencontré deux petites couches de houille, l'une à 240 mètres, de 0<sup>m</sup>,30 à 0<sup>m</sup>,40 d'épaisseur; l'autre d'une puissance de 0<sup>m</sup>,30 à 1<sup>m</sup>,60, à 280 mètres. On a pratiqué dans la première une galerie de reconnaissance dirigée vers le puits Henry (Corbeyre). Une autre galerie a été ouverte dans la seconde vers le puits Saint-Mathieu. Ces deux galeries avaient chacune 80 mètres au moins de développement. Le puits Saint-Denis est abandonné depuis 1828.

Le puits d'Assailly date de 1810 et n'a rencontré aucune couche de houille. Il a été mis en communication avec le puits Henry par une galerie au rocher, dont l'entrée se trouve à 232 mètres du jour. Ce puits a servi à l'extraction de la houille pendant 3 ans. Les travaux qu'on y a exécutés au Nord-Ouest et à l'Ouest, ne forment avec ceux du puits Henry qu'un même champ d'exploitation. La couche, dont l'épaisseur est de 5 à 6 mètres, semble se relever rapidement à l'Ouest au contact d'un crin qui existe à proximité de la maison Jackson. Une galerie au rocher, à 160 mètres du jour, a aussi atteint une couche de 2 à 3 mètres de puissance ayant tous les caractères d'une bâtartle; mais cette couche se redressait brusquement au Sud, l'air manquait, le foisonnement y était considérable. On l'abandonna en 1840.

4° *Dorlay*. Le puits Saint-Philippe a été creusé en 1838 sur la rive droite du Dorlay, par une compagnie à laquelle les concessionnaires du Reclus ont fait une cession de 30.000 mètres carrés environ. Ce puits est parvenu à une profondeur de 170 mètres sans rencontrer aucune couche de

houille, si ce n'est quelques petits filets charbonneux à 15 mètres et à 100 mètres du sol. De fortes sources ont empêché la continuation du fonçage, quoiqu'on ait lutté pendant plusieurs mois pour assécher le puits; mais la nature des bancs de rocher traversés depuis la profondeur de 100 mètres ne permettent pas d'espérer qu'on puisse trouver du charbon plus bas. Une première galerie de recherche a été entreprise à 100 mètres du sol et dirigée au Nord puis à l'Est. On a fait aussi deux autres galeries qui s'embranchent à droite et à gauche sur la première, et enfin on a creusé un faux puits dans la galerie principale. Tous ces travaux n'ont fait reconnaître que des terrains très-bouleversés. On a trouvé cependant, comme nous l'avons dit plus haut, quelques filets de charbon mélangés de schiste, et même de petits massifs isolés dont l'allure était très-irrégulière. On est revenu dans ces derniers temps à la petite veine trouvée à 15 mètres de profondeur, et dont la puissance est de 0<sup>m</sup>,60. Trois galeries y ont été pratiquées : l'une au Sud vers l'affleurement, et les deux autres au Nord-Ouest. La couche plonge dans cette dernière direction et prend jusqu'à 1<sup>m</sup>,10 de puissance; mais sa mauvaise qualité et les nombreux crins qu'elle contient ne laissent pas à penser qu'il soit possible d'en tirer quelque parti. Un nerf de 0<sup>m</sup>,25 à 0<sup>m</sup>,35, qui se trouve au milieu de cette couche, tendrait à faire croire qu'elle est identique avec la bâtarde.

On pouvait prévoir d'avance quels seraient les résultats des recherches faites par la compagnie du Dorlay. Les indications données par les puits Burlat (Grand-Croix) et du Plomb (Reclus) suffi-

saient, en effet, pour annoncer que cette partie du terrain houiller était, sinon stérile, du moins très-pauvre en combustible. Cette pauvreté tient aux nombreux accidents qui affectent les couches dans le voisinage du ruisseau de Dorlay et aussi à la proximité des affleurements.

Les travaux de Saint-Mathieu consistent en plusieurs chantiers ouverts dans la tranche maréchale. Beaucoup de fragments de grès provenant d'anciens éboulements se font remarquer au milieu du charbon. On n'extrait presque que du menu. Le puits Saint-Mathieu a été remis en activité depuis peu de temps. Le puits Sainte-Colette avait été inondé dans le courant d'octobre 1841 par suite de changements apportés à la pompe, et le premier puits avait dû chômer faute d'air.

Il tombe dans la colonne du puits Saint-Mathieu, au-dessous du réservoir inférieur, une assez grande quantité d'eau qui a submergé les travaux de l'aval-pendage. On se propose de recueillir cette eau dans une galerie d'écoulement qui la déversera au puits Saint-Isidore, afin de pouvoir assécher la partie basse de la mine en élevant l'eau dans les bennes.

Extraction au puits Saint-Martin. . . 554 hectolitres.  
— — Sainte-Colette. . . 602

Une gaine porte l'air venant de Grézieux dans la galerie montante qu'on a pratiquée au puits Devarey pour aller à la rencontre du puits Saint-Romain actuellement en creusement. L'acide carbonique s'était accumulé en assez grande quantité au fond de cette galerie pour que les lampes ne pussent plus brûler. Le puits

Procès-verbal de  
visite du 10 jan-  
vier 1842.

Procès-verbal de  
visite du 10 no-  
vembre 1842.

Saint-Romain est parvenu à 70 mètres de profondeur. . . . .

Procès-verbal de  
visite du 4 dé-  
cembre 1843.

. . . . . Les travaux du puits Saint-Mathieu sont toujours dirigés dans la grande couche, et ceux du puits Sainte-Colette dans la grande couche et dans la petite bâtarde qui n'est séparée de la précédente que par un nerf de 0<sup>m</sup>,50 à 1 mètre d'épaisseur. Les travaux de la bâtarde ont été suspendus à cause des eaux qui gênaient beaucoup quand il y avait quelques réparations à faire à la pompe.

Le puits Saint-Mathieu a été approfondi de 12 mètres en novembre. Une petite percée au rocher a été ouverte au fond et doit servir à l'assèchement des travaux d'aval. Cette percée n'a encore que 10 mètres de longueur.

L'eau qui ruisselle le long des parois du puits au-dessous de la pompe est recueillie dans des caisses qui aboutissent à une galerie à travers bancs ouverte à 185 mètres du jour et s'écoule par cette galerie au puits Saint-Isidore. La pompe placée à ce dernier puits élève environ 7.000 hectolitres en 24 heures. Sur ces 7.000 hectolitres, il en vient 3.000 de Saint-Mathieu, dont 750 sont élevés du fond du puits dans des bennes et déversés dans la galerie d'écoulement. La pompe placée à Saint-Mathieu élève de son côté 3500 hectolitres par jour; ce qui fait en somme 10.500 hectolitres d'eau qu'on extrait en 24 heures. La quantité d'eau qui afflue dans cette mine est donc considérable; elle vient en partie du Gier et en partie du canal.

Extraction au puits Saint-Mathieu, 112 bennes de 6 hectolitres. . . . .	672 hectol.
— au puits Sainte-Colette, 130 bennes de 7 hectolitres. . . . .	910
Total. . . . .	1.582

. . . . . Une galerie à travers bancs, ouverte au puits Devarey au niveau de la première entrée, a recoupé la bâtarde à 30 mètres environ de la grande couche. Vers l'extrémité de cette galerie on a fait un faux puits de 17 mètres jusqu'à la mine bâtarde pour aérer les travaux de cette couche, qui communiquent aussi par l'entrée inférieure avec la colonne du puits Devarey. Un des chantiers de la bâtarde, infesté de grisou, était barré.

Procès-verbal de  
visite du 22 dé-  
cembre 1843.

Les matériaux qui servent à combler les vides produits par l'enlèvement de la houille sont fournis abondamment par un crin qui coupe la couche au Sud-Ouest du puits. Quelques parties de la mine étaient excessivement chaudes, notamment la galerie aboutissant au chantier de remblais. Il est à craindre que le grillage des pyrites du mur et du toit n'occasionne des incendies.

Les couches plongent vers le Gier de 45 degrés environ. La pression est considérable. Il faut relever les entrées tous les six mois.

Le puits Devarey communique avec le puits Saint-Romain depuis le 28 août.

#### CONCESSION DE LA CAPPE (84 hectares).

Ordonn. du 17 novembre 1824. — *Concess.* : MM. NEYRAND et Comp.

Cette concession est divisée en 5 périmètres qui sont ceux de la Petite-Cappe, de la Grande-Cappe, de Lorette, du Champhon et du Couchant.

1° *Petite-Cappe*. Le champ d'exploitation de la Petite-Cappe débouche au jour par les deux puits Neyrand et Chavanne. Ce dernier a été creusé en 1802, et a rencontré la grande couche à 175 mètres de profondeur. Le puits Neyrand a été foncé un peu plus tard et a atteint le charbon à 191 mètres du jour. La grande masse affecte entre ces deux puits la forme d'un fond de bateau (*Annales des Mines*, 4<sup>e</sup> série, tome VII, fig. 3, Pl. I), dans lequel son épaisseur atteint jusqu'à 13 mètres, tandis que dans le reste de la concession sa puissance moyenne ne s'élève pas au-dessus de 8 à 10 mètres. L'extraction a d'abord eu lieu assez activement aux puits Neyrand et Chavanne; mais en 1812 elle fut suspendue à la suite d'infiltrations d'eau occasionnées par des éboulements qui survinrent à proximité du ruisseau de Durèze. L'insuffisance de la machine placée alors au puits Neyrand, le peu de valeur du combustible, les frais de transport jusqu'au canal, enfin la concurrence redoutable des mines des Verchères, du Sardon et du Gourd-Marindéterminèrent l'abandon des deux puits qui ne furent remis en activité qu'en 1822. On y plaça alors deux machines à vapeur de 36 chevaux chacune et on fit quelques travaux d'art dans le lit de la Durèze pour combattre autant que possible l'invasion des eaux. L'épuisement fut terminé en 1823, et on reprit l'exploitation jusqu'en 1829, époque à laquelle cette mine fut de nouveau submergée.

2° *Grande-Cappe*. Trois exploitations distinctes y ont été ouvertes à des époques différentes :

1° Les puits Chantecro et de la Marguillerie ont servi à l'extraction de la houille de 1804

à 1814. Ces puits ont été abandonnés à cause d'une assez grande abondance d'eau venant probablement des mines de la Petite-Cappe, et aussi d'un éboulement survenu dans le puits de la Marguillerie. Ce dernier a été réparé en 1836 pour l'aérage du puits Saint-Victor. Il a été approfondi sans succès de 45 mètres au-dessous de la grande couche qui a de 6 à 7 mètres de puissance dans cette localité et qui renferme beaucoup de nerfs.

2° Le puits Saint-Victor a été creusé en 1832, et a atteint la houille, en 1834, à 160 mètres. Il a été inondé en 1839 par les eaux provenant des anciens travaux des puits Chantecro avec lesquels il communiquait de prime abord.

3° Le puits Frère-Jean a été ouvert en 1813. Le foncement de ce puits a donné lieu à de grandes difficultés. Après avoir lutté inutilement contre une source qu'on avait rencontrée à 100 mètres de profondeur, on fut obligé de creuser un faux puits voisin dans lequel on établit une pompe aspirante mue par une machine de 20 chevaux. Le puits Frère-Jean était parvenu à une profondeur de 268 mètres en 1824 et n'avait encore traversé que des filets de charbon inexploitable; son creusement fut alors suspendu. Lorsqu'en 1837, les mines de Collenon furent réunies à une partie de celles de la Cappe et exploitées par la compagnie de l'Union, on poussa les travaux du puits Vellerut au delà de la limite des deux concessions, et après avoir étudié l'allure de la couche vers l'Est on poursuivit le creusement du puits Frère-Jean. Ce puits est tombé sur une faille; une galerie à travers bancs dirigée vers le Sud-Ouest à 360 mètres du jour a rejoint la couche en 1840 à 40 mètres de son entrée.

Les puits Frère-Jean et Vellerut ont été mis en communication au commencement de 1841. L'air entre par le premier et sort par le second.

On n'a jamais reconnu la mine bâtarde dans la Grande-Cappe.

3° *Lorette*. Deux puits sont ouverts dans ce périmètre : ce sont les puits de Lorette et Saint-André. Le premier a été creusé en 1808 et a atteint la grande masse en 1822 par une percée à travers bancs située à 232 mètres du jour. Il a été en activité de 1813 à 1831, date de l'inondation du puits Saint-Mathieu (Reclus) dont les eaux se sont épanchées dans la mine de Lorette. On s'occupa alors d'assécher cette mine au moyen d'une machine à simple effet donnant le mouvement à cinq pompes aspirantes étagées dans le puits. On creusa en même temps un nouveau puits qui reçut le nom de Saint-André. La découverte de la houille à ce dernier avait lieu, en 1834, à 196 mètres du jour et coïncidait avec le dessèchement de la mine de Lorette. On reprit donc les travaux intérieurs qui s'étendirent bientôt jusqu'aux limites du champ d'exploitation. Un faux puits foncé dans la mine en 1836, à l'Est du puits Saint-André, fit découvrir la bâtarde à 54 mètres au-dessous de la grande masse. On fit dans cette couche quelques travaux de reconnaissance dans la direction des puits de l'Espérance et de Saint-André et on approfondit ensuite ce dernier jusqu'à la couche. Cependant, les eaux de Saint-Mathieu vinrent inonder de nouveau la mine de Lorette en 1840. On s'empressa aussitôt de pratiquer au puits Saint-André une galerie à travers bancs de 15 mètres environ au-dessus de l'entrée qui existe dans la couche à 200 mètres de profondeur. Cette galerie rejoignit

la grande masse au nord-ouest dans son amont-pendage où sont aujourd'hui concentrés les travaux.

On exploite en outre à Lorette la couche dite petite bâtarde qui existe aussi au puits Saint-Victor et à l'ouest du puits de l'Espérance, et qui en certains points n'est séparée de la grande masse que par 1 mètre de rocher.

L'aérage se fait du puits de la Pompe au puits Saint-André.

Il ne sera pas inutile de donner ici quelques développements sur les causes qui ont pu déterminer l'irruption des eaux dans la mine de Lorette en 1840. On prolongeait alors le canal de Givros du Sardon à la Grand-Croix, et à la fin de l'année 1840 les travaux étaient terminés jusqu'à Lorette. La pompe placée au puits de ce nom ne fonctionnait alors que quatre heures par jour pour élever environ 1000 hectolitres d'eau; et d'un autre côté, la pompe du puits Saint-Isidore suffisait au dessèchement des mines du Bas-Reclus. Cependant, la compagnie du canal voulant jouir du nouveau bief fit ouvrir une tranchée sur la rive gauche du Gier pour prendre les eaux de la rivière à la hauteur du moulin Cuzieux et les conduire à Lorette; mais cette rigole, quoique traversant un terrain fissuré, ne fut pas revêtue de béton et reçut l'eau en septembre 1840. Aussitôt des infiltrations se manifestèrent au puits Saint-Mathieu à une faible profondeur, et bientôt après on vit jaillir dans le puits de Lorette une source dont le produit s'élevait de 4000 à 5800 hectolitres par jour. Il fut impossible de maintenir cette source, et il fallut la recueillir dans un réservoir que l'on construisit à 65 mètres de profondeur. Malgré les

travaux d'art qui ont été exécutés dans la rigole et dans le lit du Gier, cette source fournit toujours 3000 hectolitres d'eau en vingt-quatre heures. Le puits Saint-André reçut aussi à peu de profondeur une affluence d'eau tellement abondante, que pendant longtemps les ouvriers mineurs ne purent descendre dans la mine que dans une espèce de tonneau dans lequel ils entraient par une ouverture pratiquée sur le côté. Toutefois la compagnie du canal ayant fait mettre à sec le bief voisin du puits Saint-André, on y découvrit des lézardes et des enfoncements ayant forme d'entonnoirs. On fit alors quelques réparations à la cuvette du canal qui fut revêtue d'une couche d'argile au-dessus des trous et des fentes qu'on avait remarquées. Le bief fut ainsi rendu étanche; mais son imperméabilité n'était que provisoire, et dès que la terre argileuse fut détrempeée par une imbibition soutenue, les eaux se déversèrent de nouveau dans le puits Saint-André. Quant aux sources des puits de Lorette et de Saint-Mathieu, leur produit ne varie passablement, que l'eau soit introduite dans la rigole et dans le canal, ou que la rigole et le canal soient tous deux mis à sec; et cependant l'apparition de ces sources a eu lieu en même temps que la prise d'eau par la rigole. Cette espèce d'anomalie ne peut s'expliquer qu'en concevant le sol qui recouvre les mines de Lorette et de Saint-Mathieu, coupé par de nombreuses et profondes fissures traversant la rivière du Gier, et communiquant plus ou moins directement avec les puits en question. Les infiltrations de la rigole auraient délayé les matériaux qui encombraient ces fissures et auraient ouvert ainsi plusieurs issues aux eaux du

Gier, issues qui seraient restées dégagées de toute obstruction, et n'auraient pu même être interceptées par un glaisage opéré dans le lit du Gier sur une assez grande étendue. Dans cette hypothèse, il faut admettre l'existence de crevasses qui auraient été occasionnées par des mouvements intérieurs dus aux travaux des mines; et la mise de l'eau dans la rigole aurait été la cause déterminante des infiltrations qui se sont déclarées aux puits de Lorette et de Saint-Mathieu. Il résulte de ce qui précède que les eaux du puits Saint-André seraient dues exclusivement au canal, et que celles qui ont fait irruption aux puits de Lorette et de Saint-Mathieu proviendraient de la rivière. Il serait donc à désirer que les travaux de glaisage entrepris en 1840 dans le lit du Gier fussent continués, et qu'on bétonnât avec soin la rigole d'alimentation et la cuvette du canal dont le fond est seulement recouvert d'un lit d'argile peu épais.

4° *Champbon*. Le territoire du Champbon renferme deux champs d'exploitation distincts qui débouchent au jour, le premier, par les puits de la Cluzelle et de Saint-Rambert, le second, par ceux de l'Espérance et Neuf-Teillard.

1° Le puits de la Cluzelle, foncé au commencement du XIX<sup>e</sup> siècle, a atteint la houille à 134 mètres de profondeur. L'extraction du charbon par ce puits a été suspendue en 1810, par suite d'une grande affluence d'eau venant des mines de la Chauchère et de la Petite-Cappe. Elle a été reprise en 1823 et continuée jusqu'en 1829.

Le creusement du puits Saint-Rambert a été commencé en 1806 et interrompu vers 1810, lors de l'inondation du puits de la Cluzelle, dont les

eaux se déversaient à Saint-Rambert par les fissures du terrain. Lorsque les mines de la Petite-Cappe furent asséchées, en 1823, on remplaça le manège qui existait à l'orifice du puits Saint-Rambert par une machine à basse pression de 36 chevaux, et on reprit le fonçage de ce puits, qui eut lieu d'autant plus facilement qu'on n'avait plus à lutter contre les eaux. On atteignit à 224 mètres de profondeur le conglomérat qui repose sur le terrain primitif. Deux galeries de recherche furent alors pratiquées l'une vers le Nord à 166 mètres du jour, et l'autre vers l'Ouest au fond du puits. Cette dernière seule rencontra un massif de charbon isolé mais qui s'amincissait dans toutes les directions. Les exploitants, manquant de données sur l'allure de la grande couche dans le voisinage du puits Saint-Rambert l'abandonnèrent en 1830. En 1837, lorsque la Compagnie Générale se forma, il lui fut cédé une large part dans l'exploitation du Champbon ( $\frac{13}{16}$  ou 13 onces). Cette compagnie, se fondant sur les indications fournies par les travaux souterrains faits dans le voisinage du puits Saint-Rambert, jugea que ce puits pourrait être repris avec quelques chances de succès. Elle en fit donc exécuter le curage; mais l'éboulement subit d'un moellonage détermina son abandon en 1838.

2° Le puits Neuf-Teillard date de 1814 et a atteint la grande masse, en 1818, à 220 mètres du jour. Cette couche est relevée de 30 à 40 mètres au Nord-Ouest du puits par une faille dirigée du Sud-Ouest au Nord-Est, et plonge vers le Gier sous un angle de 20 degrés environ. Les travaux d'exploitation ont d'abord été portés à l'Est, puis on a poussé des galeries vers le Gier en suivant

l'inclinaison de la couche. Mais la houille étant très-friable et les boisages n'étant pas faits avec assez de soin, il s'est bientôt déclaré des éboulements qui ont donné lieu à des incendies. Les frais élevés de roulage et la régularité de la couche dans la profondeur étaient des motifs suffisants pour qu'on ne balançât pas à approfondir le puits. Les exploitants y ont été forcés par le feu. Une galerie à travers bancs a été ouverte à 247 mètres de la surface du sol et dirigée vers le Gier. Cette galerie a recoupé à 15 mètres de son entrée la couche bâtarde qui n'avait qu'une très-faible épaisseur au rond du puits. Des travaux de reconnaissance faits dans cette couche ont montré que sa puissance moyenne était d'environ 2<sup>m</sup>,50; elle est d'ailleurs très-accidentée. En 1832 le puits Neuf-Teillard a été envahi par les eaux venant indirectement de la mine de Lorette, qui, elle-même, avait été noyée à la suite de l'inondation des puits du Bas Reclus. Les eaux s'étaient élevées jusqu'au-dessus de l'entrée dans la grande masse, et on ne pouvait plus songer qu'à exploiter à un niveau supérieur. Une galerie à travers bancs dirigée dans ce but vers le puits de la Cluzelle à 187 mètres de profondeur, a fait découvrir la partie de la grande couche située en amont du rejet dont nous avons parlé plus haut. On l'a exploitée jusqu'en 1839, et on s'est arrêté à un crin qui semble aussi relever la couche dans la même direction que le précédent. Ces derniers travaux ont été mis en communication pour l'aérage avec ceux du puits du Couchant exécutés au même niveau; mais un incendie s'étant déclaré presque aussitôt, on a été forcé de fermer les travaux des deux puits au-dessus dudit rejet.

En 1842, l'assèchement des mines voisines avait permis de reprendre l'exploitation dans l'aval-pendage, vers le Gier.

Le puits de l'Espérance (1825) n'ayant pas rencontré la houille, les travaux d'exploitation, entrepris au puits Neuf par l'entrée supérieure, furent poussés à sa rencontre et firent découvrir, au delà du rejet qui existe entre les deux puits, un fragment de la grande masse occupant le centre du triangle formé par les puits Neuf, de l'Espérance et Saint-Rambert. Une percée au rocher fut donc ouverte au puits de l'Espérance à 178 mètres de son orifice, et en 1827, ce puits communiquait avec le puits Neuf.

Une seconde galerie à travers bancs, pratiquée à 211 mètres du jour et dirigée au Sud, vers le Gier, a aussi rencontré la grande couche brisée et sillonnée de crins.

Les recherches faites entre les puits de l'Espérance et Saint-Rambert ont donné naissance à une source assez abondante. Son produit, qui est de 600 à 800 hectolitres par 24 heures, devait être élevé, au moyen d'une pompe à bras, jusqu'à la hauteur de l'entrée avant que les travaux du puits de l'Espérance ne fussent mis en communication avec ceux de Lorette. Le volume d'eau fourni par cette source varie suivant la hauteur du niveau dans les puits inondés du vallon de la Cappe.

5° *Couchant*. Le puits du Couchant a été creusé en 1833, et a rencontré la grande masse en 1836 à 212 mètres du jour. Des galeries de reconnaissance étaient poussées dans toutes les directions pendant qu'on fonçait le puits jusqu'à la bâtarde, laquelle fut découverte à 245 mètres de

profondeur dans le courant de l'année 1837. On ne tarda pas à reconnaître la grande couche en amont du crin qui la relève au Nord-Ouest. Les travaux de cette partie de la mine furent mis, comme nous l'avons déjà dit, en communication avec ceux du puits Neuf du Champbon; mais il fallut bientôt les clore à cause du feu. Une galerie au rocher avait été entreprise en aval du même crin, dans le but de rechercher la bâtarde, mais elle n'a donné aucun indice de charbon, et on l'a abandonnée. Il n'y a donc pas de travaux importants de ce côté, si ce n'est de vastes chambres d'éboulement pratiquées au toit de la conche où l'on va chercher les matériaux nécessaires pour combler les vides intérieurs dans le voisinage du Gier et du canal.

Les travaux faits dans la grande couche, aux puits Neuf et du Couchant, communiquent entre eux depuis quelques années. Le puits Neuf aspire l'air venant des puits du Couchant et de l'Espérance.

Une source s'est déclarée, en 1837, dans les travaux du Nord, au contact de la grande faille, qui rejette les couches vers le puits Château. Divers jaugeages ont donné de 500 à 700 hectolitres pour le volume de cette source, lorsque le puits Bourret (concession du Gourde-Marin) était inondé jusqu'à 130 mètres de son orifice; mais ce volume a diminué sensiblement au fur et à mesure que les eaux se sont abaissées dans les puits Bourret et Château (Sardon), et la source a même disparu presque complètement depuis que ces puits sont asséchés.

Les bâtardes ont la même allure aux puits du Couchant qu'à celui de Grézieux (concession du

Sardon). Elles sont séparées par un lit de schiste de 0<sup>m</sup>,30 à 0<sup>m</sup>,50, et sont sujettes à de nombreux resserrements. La batarde inférieure a 1<sup>m</sup>,80 de puissance moyenne, et la batarde supérieure 0<sup>m</sup>,60. Les travaux d'exploitation se sont développés sur une assez grande étendue dans ces deux couches au puits du Couchant. Ils débouchent dans le puits par l'entrée inférieure et par une galerie inclinée à travers bancs qui conduit de la batarde à la grande masse.

Allure  
des couches.

Les couches sont très-bouleversées dans la concession de la Cappe. La grande masse y forme trois bas fonds bien distincts :

1° Celui de la Petite-Cappe, qui existe sous le ruisseau de Durèze, et dont les bords se relèvent au Nord dans la concession de la Montagne du Feu;

2° Celui de Lorette, compris entre les puits de l'Espérance, de Lorette et Saint-Victor;

3° Enfin celui de Grézieux, vaste entonnoir entouré de crins dont le fond correspond à peu près au confluent du Gier et du ruisseau de Colleon.

Eaux.

Cette irrégularité des gîtes houillers, les nombreuses failles qui les coupent, peuvent contribuer, avec les dégradations du sol résultant des anciennes exploitations par éboulement, à amener dans les mines de la Cappe une masse d'eau considérable, et les inondations sont d'autant plus à craindre que le sol de cette concession est traversé par trois ruisseaux (1) et par un canal.

Affluence d'eau en 24 heures :

(1) La Durèze, le Colleon et le Gier.

Au puits de Lorette. . . . .	8.000 hectolitres.
Au puits Frère-Jean . . . . .	{ 1.600
	{ 200
Au puits neuf du Champon. . . . .	800
Au puits de l'Espérance. . . . .	1.650
Au puits du Couchant. . . . .	200
Total. . . . .	12.450

Les charbons de la Cappe sont très-estimés pour la forge et la fabrication du coke.

Qualité  
de la houille.

La proximité du canal et du chemin de fer des puits d'exploitation est très-avantageuse pour les transports.

Transports.

. . . . . L'épaisseur totale des batarde Procès-verbal de  
au puits du Couchant est de 2<sup>m</sup>,60 à 3 mètres. visite du 17 mars  
1842.  
Elles sont exploitées par remblais; ceux-ci sont pris dans les anciens travaux. On est obligé de faire ces remblais avec beaucoup de soin pour empêcher tous mouvements à la surface, qui dégraderaient inévitablement le bief du canal. Il existe quelques ateliers dans la partie supérieure de la grande couche vers le Nord-Ouest. C'est aussi dans cette partie de la mine que se trouvent les grands chantiers de remblais. Ces chantiers consistent en de vastes cavités pratiquées au toit de la couche, dans lesquelles on provoque des éboulements. Deux chevaux sont employés la nuit au transport des remblais qui coûtent assez cher à cause de la distance à parcourir (0',07 par hectolitre de charbon extrait). Le puits du Couchant reçoit par 24 heures 200 hectolitres d'eau. Cette eau vient en grande partie du crin qui le sépare du puits Bourret.

On allait commencer au puits Neuf du Champon le creusement d'un faux puits partant de la

grande couche destinée à l'aérage des travaux de la bâtarde.

Le fond du puits de l'Espérance était inondé par les eaux de Lorette. . . . .

Procès-verbal de  
visite du 10 dé-  
cembre 1842.

. . . . . La plupart des travaux de Lorette sont dirigés dans la partie inférieure de la grande masse, connue sous le nom de *petite bâtarde*. La puissance de cette couche s'élève jusqu'à 4 mètres; elle est séparée du Raffaud par un banc de grès dont l'épaisseur est de 8 mètres, et plonge au sud-est sous un angle de 15 à 20°. La houille qu'elle fournit est d'une grande pureté et de la qualité désignée par la dénomination de *demi-maréchale*. La portion de la grande masse qui se trouve au-dessus de la petite bâtarde a été exploitée. On se dispense de remblayer les chantiers ouverts dans cette dernière couche à cause de la solidité du toit, et on se contente de soutenir la faite avec des quadrillages ou avec quelques piliers composés des matières stériles qui se trouvent intercalées en assez grande abondance au milieu de la grande masse. Il n'y a pas de chantiers en amont de la galerie de roulage. Des manéges établis de distance en distance font remonter des bennes de 4 hectolitres, contre lesquelles descendent des bennes vides, traînées par des enfants. Les travaux de la petite bâtarde se sont avancés vers l'ouest jusqu'au contact d'une faille que je crois la même que celle qui passe au puits Frère-Jean. Les travaux dirigés à l'Est entre les puits Saint-André et Saint-Victor portent exclusivement dans la tranche maréchale. . . . .

Procès-verbal de  
visite du 29 dé-  
cembre 1843.

. . . . . Le puits de l'Espérance est complètement asséché depuis le mois de juillet. Les travaux sont dirigés dans l'amont-pendage de la

grande masse sous la montagne. Il n'y a qu'un seul chantier dans le Raffaud; tous les autres sont ouverts dans la partie supérieure de la couche dite maréchale. On remarque dans ce champ d'exploitation deux sources principales dont l'une vient du crin qui sépare les puits de l'Espérance et Saint-Rambert, et l'autre d'anciens travaux faits entre le Gier et le canal. La première de ces sources donne par jour 1.050 hectolitres d'eau, que l'on conduit au moyen de caisses dans le puits de Lorette. Les eaux de la seconde s'écoulent par l'entrée inférieure du puits de l'Espérance, où elles sont élevées au jour dans des bennes. Le produit de cette source a été trouvé de 1.250 hectolitres en vingt-quatre heures. Il y a, en outre, environ 400 hectolitres d'eau ruisselant le long des parois du puits et tombant au puisard: total, 2.700 hectolitres. La machine élève successivement une benne d'eau et une benne de charbon.

L'extraction journalière est de 60 bennes de charbon de 10 hectolitres chaque, soit 600 hectolitres. Le puits de l'Espérance communique avec le puits Neuf pour l'aérage.

Le puits du Couchant est en chômage depuis quelques mois, par suite de l'encombrement des charbons dans les magasins; mais un incendie s'étant déclaré dans la partie inférieure de la grande couche et menaçant de se communiquer à la tranche maréchale, on abattait quelque peu de charbon au front d'une pile pour établir un corroi contre un massif solide.

On élève par jour :	{ 80 bennes de charbon de 10 hect.
au puits Neuf . . . . .	{ 80 bennes d'eau de 8 hectol.
au puits du Couchant . .	{ 25 bennes de charbon de 8 hect.
	{ 30 bennes d'eau de 9 hect.

## CONCESSION DE MARTORET (48 hectares).

Ordonn. du 12 mai 1825. — *Concess.* : MM. MANIQUET et Comp.

Les puits Sainte-Barbe et du Midi, qui sont actuellement tous deux inondés, sont les seuls qui existent dans cette concession. Le premier a atteint la houille en 1824, à 374 mètres de son orifice. C'est en ce point que la grande couche de Rive-de-Gier atteint son maximum de profondeur.

Les travaux du puits Sainte-Barbe sont coordonnés avec ceux du puits du Martoret, dont nous parlerons plus tard quand nous ferons l'histoire de la concession du Sardon.

Le puits du Midi, qui date de 1835, a été foncé à peu de distance des affleurements jusqu'à 190 mètres. Les couches qu'il a traversées étaient très-inclinées vers le Nord-Ouest, et inexploitable.

## CONCESSION DU SARDON (79 hectares).

Décret impérial du 3 août 1808. — *Concess.* : MM. MANIQUET et Comp.

Il existe dans cette concession, six champs d'exploitation appartenant à trois compagnies distinctes, savoir :

- |   |                           |
|---|---------------------------|
| 1° Champ d'exploitation du Martoret. . . . .              | } à la comp. générale.    |
| 2° <i>Id.</i> des puits du Pré et du Logis. . . . .       |                           |
| 3° <i>Id.</i> du puits Château. . . . .                   |                           |
| 4° <i>Id.</i> des puits Maniquet et Saint-Martin. . . . . | } à la comp. des Flaches. |
| 5° <i>Id.</i> des puits Faure et du Bois. . . . .         |                           |
| 6° <i>Id.</i> des puits Grézieux et Saint-Paul. . . . .   | } à la comp. de Grézieux. |

Cette concession est la plus riche de Rive-de-Gier; c'est aussi celle qui a le plus d'avenir.

La puissance de la grande couche est de 8 à 10 mètres, et celle de la bâtarde, de 3 à 4 mètres.

1° Le puits du Martoret a été creusé vers la fin de l'année 1807. Il a rencontré la grande masse en 1813, à 340 mètres de profondeur, et la bâtarde à 376 mètres dans le courant de 1833. Les travaux souterrains n'ont d'abord débouché au jour que par cette seule ouverture où l'on avait disposé des caisses pour l'aérage; mais en 1824 le puits du Martoret a été mis en communication avec le puits Sainte-Barbe, et depuis cette époque, ces deux puits n'ont plus desservi qu'un seul et même champ d'exploitation. L'air entraînait alors par le puits Sainte-Barbe, et sortait par celui du Martoret.

En 1834, la mine du Martoret a été envahie par les eaux venant des puits du Logis, du Gourd-Marin et de la Cappe, et n'a pas encore été asséchée.

Cette exploitation est très-étendue. Les travaux ont été portés dans toutes les directions, mais seulement dans la grande couche. Quoi qu'il en soit, le périmètre du Martoret offre encore beaucoup de ressources. La bâtarde n'a presque pas été entamée.

Dans le voisinage de la concession d'Égarande, la grande masse est très-régulière et presque horizontale; mais dans la direction opposée, c'est-à-dire, vers les Flaches, elle est fréquemment interrompue par des crins.

2° Le champ d'exploitation des puits du Pré et du Logis est séparé des Verchères et du Gourd-Marin par l'axe du Gier, des Flaches par une faille, et des puits du Château, du Martoret et d'Égarande par un massif de houille. Ce massif aurait sans

doute empêché l'irruption des eaux dans la mine du Martoret, s'il n'avait pas été imprudemment traversé dans presque toute son épaisseur par une galerie.

Le creusement du puits du Logis, date de 1795, et la houille y a été découverte, en 1804, à 264 mètres de profondeur. L'extraction du charbon a été opérée d'abord au moyen d'un manège, malgré la grande affluence d'eau qui provenait partie d'une source existant à 60 mètres environ de la surface du sol, partie des travaux intérieurs, et dont le volume s'élevait en 24 heures, à environ 200 hectolitres. Bientôt on fut forcé de suspendre les travaux, et on décida qu'une colonne de pompes aspirantes serait établie dans le puits du Logis. Mais les faibles ressources dont disposaient les extracteurs ne leur permirent pas de lutter longtemps. En désespoir de cause, ils eurent enfin l'idée de recourir à la magie. Les excentricités qui se commirent alors n'eurent d'autre résultat qu'une perte de temps. On ne tarda pas à renoncer au sortilège et à songer sérieusement aux moyens de combattre le fléau. Malheureusement on fit de folles dépenses qui devaient encore rester infructueuses. Au lieu d'épuiser les eaux par le moyen d'une machine à rotation, comme cela se fait aujourd'hui, on fit construire un jeu de pompes dont les pistons avaient 0<sup>m</sup>,25 de diamètre, et 2<sup>m</sup>,15 de course. Ces pompes, d'une dimension jusqu'alors inconnue, étaient mues par une machine à vapeur dont le cylindre avait 2 mètres de diamètre. Sans doute une aussi puissante machine aurait pu suffire, et bien au delà, pour extraire les eaux; mais on n'avait pas réfléchi que le puits du Logis n'avait que 1<sup>m</sup>,75 à 2 mètres d'ouverture, qu'il n'était pas

vertical et présentait des surplombs en plusieurs points : circonstances qui tendaient nécessairement à entraver à chaque instant la marche de la machine, laquelle devait, au contraire, eu égard à ses gigantesques proportions, rester indéfiniment établie à l'orifice du puits et fonctionner sans discontinuité. Les exploitants ayant reconnu leur erreur, voulurent rompre le marché, prétendant que la pompe ne remplissait pas les conditions exprimées par le traité passé avec le constructeur. Le jeu de la machine fut dérangé on ne sait comment, et enfin l'affaire fut portée devant les tribunaux. Des experts firent de longues expériences sur le produit des eaux élevées par la pompe, et après bien des discussions, il fallut en venir à un accommodement. Cette machine est restée longtemps dans l'inaction, et a été définitivement démontée pour faire place à celle qui sert actuellement à l'extraction. Elle a trompé le corps d'armée autrichien qui, en 1814, croyait conquérir une fonderie de canons, en voyant de loin de nombreux tuyaux ressemblant à autant de pièces d'artillerie.

Le puits du Logis a été remis en activité en 1818, et l'épuisement des eaux a pu avoir lieu facilement par la machine à rotation qu'on y avait placée.

Les puits du Pré et du Logis communiquent entre eux directement par la grande masse, depuis 1808. Le second n'a été approfondi jusqu'à la bâtarde qu'en 1841; aussi n'est-ce que depuis cette époque qu'il est en communication avec le puits du Pré par cette couche.

Le puits du Pré a été creusé en 1801. Il a rencontré la grande masse en 1806, à 231 mètres du

jour, et la bâtarde en 1822, à 272 mètres. Dans l'origine, les travaux ont été poussés vers le puits du Logis, pour améliorer l'aérage de la mine qui était d'abord très-imparfait. On n'avait en effet que des caisses dans lesquelles on chassait de l'air au moyen d'un gros soufflet; il était très-difficile, avec si peu de moyens, de porter une suffisante quantité d'air jusqu'au front des galeries les plus reculées. Aussi ne pouvait-on maintenir une lampe allumée qu'avec beaucoup de peine, et souvent même les ouvriers travaillaient sans lumière. Enfin, la communication entre les deux puits fut établie en 1808, comme nous l'avons dit plus haut, et l'année suivante, les deux mines furent inondées. On creusait à cette époque le puits Valuy (concession du Gourd-Marin); ce puits était déjà parvenu à une assez grande profondeur, et on allait arriver à la couche, quand tout à coup une source considérable se fit jour par une fente qui semblait se prolonger dans la direction du puits du Pré. On établit aussitôt une machine à vapeur (1) qui permit de continuer le creusement du puits Valuy, et d'extraire le charbon. Cependant le niveau des eaux restant constant au puits du Pré, quelques-uns des actionnaires du Sardon, par esprit de jalousie et de rivalité, imaginèrent d'y introduire les eaux du Gier par un conduit qui débouche dans le puits, à quelques mètres de son orifice, et qu'on voit encore aujourd'hui; mais il arriva qu'un samedi on oublia de fermer ce conduit, et comme la quantité d'eau passant au Gourd-Marin ne pouvait s'élever au delà d'une

(1) C'est la première qui ait été placée dans la concession du Gourd-Marin.

certaine limite, le puits du Logis, dont l'orifice se trouvait alors au niveau de la route royale, déborda le dimanche matin, et la voie publique fut inondée. On voulut faire croire qu'une partie de la colonne du puits du Logis s'était éboulée; mais cette supposition n'était guère admissible, car les vides produits par la chute de fragments de rochers auraient été remplis par un égal volume d'eau. La malveillance fut donc soupçonnée, et le même fait ne se reproduisit plus.

Les travaux d'exploitation exécutés au puits du Pré jusqu'en 1809 ont eu lieu en partie dans l'arrêt-remont-pendage. Ils ont été d'ailleurs peu importants. On a aussi percé quelques galeries en aval pour reconnaître l'allure du terrain vers le puits du Martoret, qu'on commençait alors à foncer. Le roulage intérieur était alors fait par des traîneurs, et, par suite, il était naturel qu'on se bornât à attaquer les parties du massif les plus faciles à extraire. Mais l'introduction des chevaux dans la mine imprima un nouvel essor aux travaux d'exploitation qui furent portés sur tous les points de 1818 à 1833. Il y eut même plusieurs incendies dont on retrouve encore les traces. Des galeries de reconnaissance ont aussi été dirigées dans la couche bâtarde, vers le puits du Logis.

Les mines du Gourd-Marin et des Verchères ayant été submergées en 1832 et 1833, les eaux s'élevèrent rapidement et atteignirent bientôt la fissure dont nous avons parlé plus haut. Elles se déversèrent donc au puits du Pré qu'on fut forcé d'abandonner. Un investison avait été laissé du côté du Martoret, mais un gouverneur ayant fait entamer ce massif, les eaux pénétrèrent et vinrent inonder les travaux du Martoret et de Sainte-

Barbe. L'épuisement des mines du Gourd-Marin fut ordonné par la cour royale de Lyon en 1837. Le niveau des eaux s'abaissa donc peu à peu, et on reprit l'assèchement des puits du Logis et du Pré, où l'extraction de la houille s'est faite régulièrement depuis 1839 jusqu'aujourd'hui.

L'air entre par le puits du Logis et sort par le puits du Pré après avoir parcouru les galeries de la grande couche et de la bâtarde. Il existe aussi un petit courant d'air qui suit la galerie d'écoulement de la bâtarde et qui s'échappe par le puits d'Égarande.

L'épaisseur de la grande couche est de 7 à 9 mètres dans cette localité. La bâtarde au puits du Pré se compose de deux couches distinctes ayant chacune 1<sup>m</sup>,60 de puissance et séparées par un banc de grès d'une épaisseur de 0<sup>m</sup>,60 à 0<sup>m</sup>,80. On fait tomber ce banc de grès dont les débris servent à remblayer une partie des vides provenant de l'exploitation de la bâtarde. Ces débris sont disposés en forme de piliers carrés qu'on a soin de multiplier dans le voisinage du Gier.

Il existe entre les deux puits du Pré et du Logis une faille dirigée du Nord-Est au Sud-Ouest, qui rejette les couches vers le Sud-Est. Au puits du Logis, la bâtarde est divisée en deux parties égales par un nerf de 1<sup>m</sup>,50 à 2 mètres; chaque couche a 1<sup>m</sup>,20 d'épaisseur.

La grande masse est bien près d'être épuisée dans ce périmètre. Il n'en reste plus qu'un massif le long du Gier, qui soutient les eaux du Gourd-Marin. Quant à la bâtarde, elle a été enlevée en grande partie, dans le voisinage de la rivière, par le puits du Pré, mais elle est presque intacte entre les puits du Pré, du Logis et du Martoret.

Le réservoir du puits du Pré, qui est placé à 50 mètres au-dessous du sol, reçoit 1.600 hectolitres d'eau par 24 heures. Celui du puits du Logis, qui se trouve à 64 mètres de profondeur, en reçoit 1.200 hectolit. dans le même temps. Des pompes élévatoires plongent dans ces réservoirs et sont mises en jeu par des machines à rotation. Les eaux du fond, dont le volume peut être évalué à 400 hectolitres, se rendent à Égarande par la grande couche et la bâtarde.

3° Le puits Château, creusé en 1807, a atteint la grande couche, en 1813, à 208 mètres du jour. Le fonçement de ce puits a été poursuivi jusqu'à 232 mètres, profondeur à laquelle on a ouvert une percée à travers bancs pour l'exploitation de la partie du gîte houiller situé au Sud. Le puits Château a été mis dès l'origine en communication avec le puits Bourret, dont les travaux ont toujours été coordonnés avec ceux du premier puits. L'extraction du charbon a eu lieu d'abord très-régulièrement; mais, en 1821, une forte source se déclara au puits Château et nécessita le fonçage d'un faux puits de 60 mètres, où on plaça une pompe. Un peu plus tard, une autre source se manifesta aussi au puits Bourret, et obligea de construire un réservoir à 50 mètres de la surface du sol. Le puits Bourret fut alors divisé en deux compartiments, dans l'un desquels on plaça une pompe destinée à extraire les eaux du réservoir, et qui permit de remettre les deux puits en activité. L'entretien d'eau ne variait pas sensiblement au puits Bourret, et s'élevait à environ 1.000 hectolitres par 24 heures; mais au puits Château, les sources firent de rapides progrès et forcèrent d'interrompre l'extraction du charbon. On put, toute-

fois, exploiter encore pendant quelques mois au puits Bourret.

En 1824, les machines à vapeur étaient devenues trop faibles et ne pouvaient plus suffire pour lutter contre l'inondation. On établit donc au faux puits Château une vieille machine de 20 chevaux et une pompe plus forte que celle qui avait été placée d'abord, afin de tenter d'abaisser le niveau d'eau au-dessous des entrées, mais on ne put y parvenir. L'affluence des eaux augmentant de jour en jour, leur niveau s'éleva, et en 1825, elles passèrent par infiltration au puits Thiollier, qui fut inondé.

En 1826, les Flaches et le Gourd-Marin étaient menacés d'être envahis par le fléau. D'un côté, l'eau s'était introduite au puits Maniquet par des fissures et par les travaux les plus rapprochés de la grande route; d'un autre côté, l'eau se montrait au Gourd-Marin dans les parties de la mine les plus voisines du puits Bourret, et tombait dans le puits Neuf par la mine de la Découverte. Cet état de choses amena entre les compagnies du Sardon, du Gourd-Marin et des Flaches un procès qui n'a été terminé seulement entre les deux premières compagnies qu'en 1838, par leur fusion en une seule formant le noyau de la Compagnie Générale. Cependant l'intervention de l'administration empêcha momentanément la submersion totale de ces mines, et donna lieu au traité de 1827, d'après lequel les dépenses d'épuisement devaient être faites en commun dans la proportion de 7/10 pour le Sardon, 2/10 pour le Gourd-Marin, et 1/10 pour les Flaches. Il fut convenu qu'une machine de 80 chevaux serait placée au puits Château pour mettre en mouvement la pompe du faux

puits, et au besoin, une deuxième pompe établie dans le grand puits jusqu'au niveau du réservoir. Cette machine était donc exclusivement destinée à extraire les eaux des sources, mais elle avait le défaut d'être trop compliquée; elle se dérangeait souvent, et pendant les temps d'arrêt nécessités par les réparations, l'eau du réservoir débordait et tombait dans le puits Château. Le même traité portait que deux machines à rotation de 40 chevaux chacune seraient placées aux frais de la compagnie du Sardon, l'une au puits Bourret, l'autre au puits Château pour l'épuisement des eaux du fond; mais soit qu'on eût l'espoir de maîtriser les eaux avec celles qui existaient alors, soit qu'on reculât devant de nouvelles dépenses, soit pour d'autres motifs, on n'établit pas ces machines.

En 1829, les exploitants du vallon de la Cappe eurent aussi des querelles pour l'assèchement de leurs mines. Il s'ensuivit un procès qui amena la suspension des puits Neyrand et Chavanne. Les eaux s'élevèrent donc rapidement et envahirent les travaux des puits Saint-Joseph, Journoud, du Rocher et de la Chichonne. Elles passèrent ensuite au puits Marcand par d'anciennes galeries de recherche qui avaient été poussées jusque dans la concession de la Montagne du Feu, et exercèrent une pression assez considérable sur le massif de séparation entre le petit Gourd-Marin et les puits Bourret et Château. Toutefois les compagnies des Flaches et du grand Gourd-Marin, quoique un peu incommodées par les eaux, surtout lorsque les pompes éprouvaient quelques ruptures graves, ne cessaient pas d'exploiter assez régulièrement. Tout à coup, par un temps sec, le niveau

des eaux s'éleva sensiblement dans tous les puits inondés. On savait qu'une petite galerie débouchait dans le ruisseau de Durèze entre les puits Chavanne et Neyrand. Cette galerie avait été faite autrefois pour alimenter la machine placée à ce dernier puits. Elle venait aboutir à un réservoir qui communiquait avec le puits Neyrand et avec un faux puits voisin dans lequel plongeait la pompe d'eau froide. On s'aperçut que ce réservoir débordait dans le puits Neyrand, et on reconnut immédiatement la cause de l'élévation imprévue de l'eau dans les puits submergés. La société de Lorette, craignant qu'une trop grande charge d'eau ne compromît sa mine, se mit aussitôt en devoir de faire remblayer la galerie susdite (1); mais il paraît que cette clôture ne dura pas longtemps. Ceux qui avaient à cœur d'annuler le traité dont nous avons parlé plus haut, allèrent, dit-on, aidés de quelques employés, la détruire pendant la nuit. Les mêmes individus pratiquèrent en même temps deux petits canaux contigus partant de la galerie et allant déboucher dans le milieu du ruisseau. Les orifices de ces canaux furent recouverts avec quelques grosses pierres, et les remblais rejetés dans la galerie, et remis avec soin dans leur premier état. L'introduction des eaux de la Durèze dans les mines de la Cappe eut pour effet d'amener presque instantanément le niveau des eaux à la hauteur du ruisseau. Bientôt les mines du Gourd-Marin furent inondées. La compagnie des Flaches put exploiter encore malgré l'abon-

(1) Les livres de cette société prouvent en effet que 11 journées de manœuvres ont été payées pour l'exécution de ce travail.

dance des eaux; mais la partie la plus profonde de ses travaux fut noyée.

A la suite de l'arrêt qui fut rendu en 1837 par la cour royale de Lyon, et dont il a déjà été question ci-dessus, on s'occupa activement de l'assèchement des mines. La machine d'épuisement du puits Château fut réparée. Deux nouvelles machines à rotation de 56 chevaux remplacèrent celles qui étaient établies aux puits Château et Bourret; mais la réunion des compagnies du Sardon et du Gourd-Marin vint ralentir l'épuisement des eaux. Toutefois la pompe du puits Château maintint pendant deux ans le niveau d'eau à 180 mètres du jour.

En 1841, on songea sérieusement à dessécher les deux puits Château et Bourret. La pompe du grand puits Château fut prolongée, et la machine à vapeur modifiée et disposée à l'instar de celle d'Egarande. Les entrées de la grande couche ont été atteintes en janvier 1842, et quelques mois après on commençait à extraire du charbon. Quant au puits Bourret, il a dû rester en chômage à cause du voisinage du puits Thiollier, dont il n'est séparé que par un assez faible massif qui laisse échapper de l'eau en grande abondance.

En général, on a exploité aux puits Bourret et Château par le détestable système des éboulements. Cependant le défilage a été opéré avec soin et par remblais vers la grande route au Sud; c'est au puits Château qu'a pris naissance cette exploitation par remblais, qui permet d'extraire la totalité du charbon et de faire beaucoup de gros.

Dans l'origine, le gaz inflammable se montrait dans presque tous les culs-de-sac, et on le faisait

détoner. Deux ouvriers, chargés de cette mission périlleuse, ne remplissaient pas toujours consciencieusement leurs fonctions; aussi arrivait-il fréquemment des accidents.

Le puits Château est sans contredit l'un des plus riches du bassin houiller. Le combustible qu'il fournit est un raffaud d'excellente qualité. Ce puits n'a pas encore atteint la bâtarde, qui a été rencontrée en 1818 au puits Bourret, et dont l'épaisseur a été reconnue égale à 2<sup>m</sup>,30; on connaît d'ailleurs cette couche dans les mines voisines. Le puits Château a donc le plus bel avenir. Seulement il ne faut pas oublier que le Gier traverse le champ d'exploitation, qu'il dessert sur une grande étendue, et qu'on doit par conséquent prendre les précautions nécessaires pour prévenir tout mouvement dans le sol.

A la fin de 1842, la pompe du puits Château élevait, en 24 heures environ, 7.500 hectolitres d'eau, dont 5.000 provenant des sources du réservoir, et 2.500 du fond du puits, y compris l'entretien fourni par le puits Thiollier, lequel tend à diminuer par suite de l'assèchement des mines de la montagne du Feu.

4° Le puits Maniquet a rencontré la grande couche, en 1820, à 305 mètres du jour. Le puits Saint-Martin l'a atteinte, en 1829, à 310 mètres. La découverte de la bâtarde a eu lieu au premier puits, en 1832, à 337 mètres de profondeur, et un peu plus tard, au puits Saint-Martin, à 347 mètres. Ces deux puits communiquent entre eux par les deux couches.

Abandonnée aux mains de simples gouverneurs, cette mine a d'abord été gaspillée. Le système d'exploitation par éboulements introduit

par le garde-mines Voeva n'a été heureusement appliqué que sur deux points principaux, savoir : vers le crin à l'Ouest du puits Maniquet et entre les deux puits. Les eaux venant du puits Château ont exercé aussi une fâcheuse influence sur cette exploitation en forçant à plusieurs reprises d'interrompre l'exploitation de la houille dans l'aval pendage. Aujourd'hui tous les travaux sont dirigés dans le bas-fond et dans la partie de la couche qui se relève au Sud. Trois galeries à travers bancs, ouvertes à différents niveaux, servent avec avantage, soit à l'écoulement des eaux, soit aux transports.

Le creusement du puits Maniquet a été poursuivi, en 1839, jusqu'à 358 mètres, profondeur à laquelle on a pratiqué une percée au rocher, destinée au roulage, qui a traversé la bourrue à 15 mètres du puits. Une seule galerie de reconnaissance a été poussée dans cette couche, dont l'épaisseur est de 1<sup>m</sup>,80. Les bâtardes, qui sont souvent séparées par un banc de manière assez puissant, sont ici réunies et ne forment qu'une même couche d'environ 5 mètres de puissance. A 1 mètre au-dessus des bâtardes on exploite la deuxième petite mine de la découverte, qui acquiert dans cette localité une épaisseur de 0<sup>m</sup>,80 à 1 mètre. Enfin, il existe à quelques mètres au-dessus de la deuxième petite mine une couche de fer carbonaté lithoïde (minerai des houillères) qui peut être exploitée avec avantage.

Le grisou s'est souvent manifesté dans la mine des Flaches comme dans toutes les exploitations du Sardon, et a occasionné en diverses circonstances de graves accidents, surtout avant qu'une communication fût établie par les deux couches

entre les puits Saint-Martin et Maniquet. Il n'est à craindre aujourd'hui que dans les chantiers ouverts dans la mine droite, au Sud.

Cette exploitation fournit un charbon de très-bonne qualité pour les verreries, les bateaux à vapeur et le chauffage domestique.

Le périmètre des Flaches est le plus riche de la contrée relativement à son étendue. Il reste, en effet, un beau massif presque intact entre les deux puits et la grande route et une partie vierge et inexplorée entre les trois puits, Maniquet, Faure et du Bois, qui, selon toute probabilité, n'est pas stérile.

L'entretien d'eau est presque nul au puits Maniquet ; mais le puits Saint-Martin en reçoit environ 2.200 hectolitres par 24 heures, savoir :

1° — 700 hectolitres d'une source recueillie dans un réservoir à 140 mètres du jour ; 2° — 800 hectolitres de diverses sources provenant du réservoir ; 3° — 700 hectolitres venant du puits Château par infiltration indirecte. Cette dernière quantité varie sensiblement selon la hauteur des eaux dans le puits Château et dans les divers puits du Gourdmarin.

5° — Le puits du Bois a été creusé au commencement de ce siècle, à peu de distance des affleurements Sud. On ne connaissait pas alors l'allure qu'affaffectaient les couches dans cette zone, et on ne se doutait pas que le charbon pût exister à une grande profondeur. C'est pourquoi le puits du Bois ne fut creusé d'abord qu'à 200 mètres. On en reprit le fonçage en 1830. Le puits fut élargi et poussé jusqu'à 265 mètres. On rencontra à cette profondeur une petite veine de houille, dans laquelle on fit quelques recherches qui n'eurent aucun ré-

sultat. En 1837, le puits du Bois a été mis en communication avec le puits Faure pour l'aérage. La galerie à travers bancs, qui établit cette communication, traverse une couche presque droite qui plonge vers le Nord-Ouest, et qui représente probablement la relevée de la grande masse vers le Sud. Le puits du Bois pourra servir à l'exploitation de cette mine droite, et aussi de la partie vierge encore inconnue qui touche à la mine des Flaches.

Le puits Faure date de 1832 et a atteint la grande couche, en 1835, à 247 mètres de profondeur : il a été creusé jusqu'à la bâtarde qu'il a rencontrée à 282 mètres ; mais on n'a fait qu'une petite galerie de reconnaissance dans cette dernière couche, qui semblait être amincie par un crin. La grande masse a 10 mètres de puissance au puits Faure ; elle affecte à l'Ouest du puits la forme d'une selle de cheval. Si l'on considère cette couche à partir du bas-fond de Grézieux (*Ann. des mines*, 4<sup>e</sup> série, t. VII, fig. 5, Pl. II), on observe d'abord qu'elle remonte à l'Est et qu'elle redescend ensuite en formant, à proximité du puits Faure, un second bas-fond, puis elle plonge de nouveau vers l'Est et se termine à un resserrement. On a découvert, en 1841, le prolongement de la grande couche au delà de cet accident.

La houille est très-inflammable dans cette partie du bassin ; aussi a-t-on eu souvent à combattre des incendies qui ont entraîné la fermeture d'une partie des travaux. Ces incendies se sont renouvelés d'autant plus fréquemment, que les galeries d'exploitation avaient été faites trop larges de prime abord, et avaient par suite occasionné le brisement des piliers qui facilitait ainsi l'accès de

l'air au milieu de la masse. Aujourd'hui les travaux sont conduits avec précaution. Les matériaux stériles qui servent de remblais peuvent être pris dans les crins ou au toit de la couche.

Il tombe très-peu d'eau au puits Faure; on n'a jamais pu en extraire une quantité suffisante pour alimenter la machine d'extraction.

6° Le puits Grézieux a été commencé en 1830 et a atteint la houille en 1834. La grande couche a été rencontrée à 230 mètres, et la batarde à 259 mètres de la surface du sol. La première couche a dix mètres de puissance, et la seconde de 2 à 3 mètres. Elles fournissent toutes deux une houille d'excellente qualité. A la fin de 1842, le puits Saint-Paul, creusé au sud du précédent, avait atteint déjà une profondeur de 180 mètres; il doit servir à l'aérage du puits Grézieux, qui jusqu'ici a été très-imparfait. Les travaux de Grézieux ont été aérés primitivement à l'aide d'une gaine qui règne dans toute l'étendue du puits. Ils ont été ensuite mis en communication successivement avec ceux des puits Faure et Devarey. Toutefois, la gaine d'aérage a été souvent utilisée lorsque des incendies venaient à interrompre ces communications.

Le champ d'exploitation de Grézieux est limité au nord et à l'ouest par la concession de la Cappe, à l'est par les Flaches et la mine du Château, et au sud par la concession du Reclus. Ce champ d'exploitation, quoique très-restreint, n'en est pas moins riche. Les couches sont en effet bien réglées, et leur continuité n'est interrompue par aucun accident. La mine de Grézieux a été mal exploitée dans l'origine. Quelques intéressés, voulant faire valoir leurs actions, faisaient extraire

une quantité de charbon considérable, et s'inquiétaient fort peu de l'avenir de la mine. Heureusement un arrêté intervint qui prescrivit le mode d'exploitation par remblais, et grâce à la surveillance de l'administration, la mine de Grézieux fut préservée d'une ruine complète. Toutefois les incendies sont encore à craindre; car le charbon est très-inflammable dans cette mine comme dans celles qui l'entourent. Bien souvent le feu prend entre les remblais et le toit qu'ils soutiennent, pour peu que celui-ci soit un peu affaissé, et l'incendie se propage avec une rapidité effrayante par suite de la grande combustibilité de la houille. Il est donc de la plus haute importance que le mode d'exploitation par remblais complets soit exclusivement adopté. La mine de Grézieux est loin d'être épuisée, quoique l'extraction du charbon y ait été opérée activement pendant huit années environ. Il reste encore de beaux massifs vers le puits Saint-Paul et contre la limite de la concession de la Cappe, sous la rivière du Gier. La tranche maréchale est aussi presque intacte. Enfin cette mine est très-avantageusement située pour les transports. Les cases du puits Grézieux sont contiguës au chemin de fer. En outre, un pont de bois qui passe au-dessus de la voie de fer et du Gier, permet de conduire les grandes benues dans les magasins situés à proximité du canal.

L'affluence d'eau journalière est de 200 hectolitres environ.

. . . . . Le puits Grézieux a deux entrées, l'une à 230 mètres de profondeur au mur de la grande masse, et l'autre dans la batarde, à 259 mètres. Une galerie à travers banes part de cette

Procès-verbal de  
visite du 18 avril  
1842.

deuxième entrée et va rejoindre la partie basse de la grande couche. Les travaux les plus profonds touchent au massif qui sépare le Champbon de Grézieux. Ce massif a une épaisseur de 25 à 30 mètres. C'est la compagnie de Grézieux qui doit l'exploiter moyennant une redevance de 0,20 par hectolitre, qu'elle doit payer à la compagnie des Flaches, laquelle est devenue propriétaire de ce terrain par suite d'un traité conclu entre elle et M. Faure. L'exploitation du Champbon touchant à sa fin, il est convenable que ce massif soit enlevé avant que les eaux n'envahissent la mine voisine.

Le roulage a lieu à Grézieux par chevaux qui traînent chacun une benne de 3 hectolitres.

Procès-verbal de  
visite du 17 mai  
1842.

On a retrouvé au puits Faure, en septembre 1841, le prolongement de la grande couche au delà du crin qui la rejette à l'Est. Cette découverte a eu lieu en pratiquant en un point du chemin d'air qui conduit au puits du Bois, une percée à travers bancs inclinée vers le puits Faure. La couche a sa direction N.-E 40° S.-O, et plonge vers le sud. Elle est très-bien caractérisée par la présence du nerf blanc et aussi du nerf bourru, qui se trouve à la partie inférieure. Déjà plusieurs recherches avaient été entreprises en vue de découvrir la grande masse au delà du crin susdit; mais elles étaient restées infructueuses parce que les galeries à travers bancs pratiquées dans ce but se trouvaient toujours au-dessus du prolongement de la couche. L'aérage se fait du puits du Bois au puits Faure, quoique l'orifice de ce dernier soit inférieur de 10 mètres à celui du premier puits. Cela tient sans doute à ce que les parties de la mine qui avoisinent le puits Faure et qui sont sujettes à s'embraser fréquemment sont très-chaudes. Le

puits Faure est mauvais. Son peu de solidité le rend très-dangereux. . . . .

. . . . . La grande couche rencontrée au puits Maniquet, à la profondeur de 305 mètres, a de 8 à 10 mètres de puissance, et plonge vers le Sud sous un angle de 15° environ. Son inclinaison augmente de plus en plus jusqu'au bas-fond au-delà duquel elle se redresse brusquement, en présentant successivement des parties inclinées et horizontales qui donnent à son ensemble la forme d'une espèce d'escalier. Les travaux sont portés dans le versant Sud de la couche qu'on exploite par remblais. Ceux-ci sont fournis par le crin qui sépare le puits Maniquet du puits Faure. On faisait dans ce crin une galerie de recherche dirigée vers l'Ouest pour reconnaître la partie vierge de la grande couche située dans le voisinage du ruisseau des Flaches.

Procès-verbal de  
visite du 15 juillet  
1842.

Une galerie principale de roulage, partant du puits Maniquet, traverse toutes les couches à une profondeur de 358 mètres. Les transports se font par chevaux et chemins de fer.

Il y a peu de travaux dans la bourrue.

Le puits Saint-Martin a 3 entrées : la première dans la grande couche, la deuxième un peu au-dessus de la bâtarde, et la troisième un peu au-dessous. Cette dernière conduit au bas-fond de la grande masse, et sert en même temps au roulage et à l'écoulement. La galerie intermédiaire a déjà traversé une première fois la grande masse. On poursuit activement son creusement afin que l'extraction ne puisse se ralentir dans le cas où les eaux viendraient à inonder les travaux inférieurs.

Plusieurs chantiers ouverts dans la relevée de

la grande masse, au midi, sont aérés par des caisses.

Il tombe au puits Saint-Martin une grande quantité d'eau qui entraîne l'air par un mouvement analogue à celui qui se produit dans une trompe. Ce courant d'air pénètre dans la mine partie par la grande couche, partie par la bâtarde, et sort par le puits Maniquet.

Procès-verbal de  
visite du 12 août  
1842.

. . . . . Le puits Château a été remis en activité depuis quelques mois. On travaillait à rétablir une galerie à travers bancs, aboutissant au puits à 230 mètres du jour. Cette galerie servira en même temps au roulage et à l'écoulement des eaux. L'entretien d'eau, qui vient du puits Bourret, a diminué sensiblement depuis que la pompe du puits Saint-Joseph (montagne du Feu) fonctionne. Outre cet entretien, qui peut être évalué à 3.000 hectolitres, les eaux du Gier filtrent dans le puits Château, et sont recueillies dans un réservoir situé à 64 mètres de l'orifice du puits. Cette quantité d'eau affluente est d'environ 5.000 hectolitres. . . . .

Procès-verbal de  
visite du 7 sep-  
tembre 1842.

. . . . . On avait eu le projet de faire une galerie d'écoulement au puits d'Égarande, pour l'assèchement de la mine du Martoret; mais l'épuisement à Égarande ne s'étant pas opéré aussi rapidement qu'on l'avait pensé, la compagnie générale s'est décidée à partir du puits du Logis et à percer au niveau de la bâtarde une galerie à travers bancs, vers le puits Sainte-Barbe. Cette galerie, dont le front est parvenu à 120 mètres de son entrée, est destinée à l'écoulement des eaux accumulées dans le bas-fond de Sainte-Barbe. Elle doit être encore allongée de 200 mètres ayant d'atteindre la relevée de la grande masse.

Les matériaux qui en proviennent sont utilisés comme remblais dans la portion de la grande couche exploitée au puits du Logis. On a aussi l'intention de faire au puits du Martoret un embranchement sur la galerie de jonction des puits Sainte-Barbe et du Logis, ce qui permettra de faire servir la galerie d'écoulement au transport des charbons exploités dans la portion de terrain comprise entre les puits du Martoret, Sainte-Barbe et Égarande.

La majeure partie des eaux de la mine du Logis se rend par la grande couche au puits d'Égarande. Un faible entretien s'écoule aussi vers ce même puits, par une galerie en direction dans la couche bâtarde.

On fait à égale distance des puits du Pré et du Logis, dans la bâtarde, une galerie inclinée, dirigée vers le Martoret, laquelle est destinée à conduire les eaux de ce dernier puits à Égarande.

Au puits du Logis, les deux bâtardes sont séparées par un banc de grès très-ébouleux, dont l'épaisseur est d'environ 1 mètre. On exploite d'abord la bâtarde inférieure, et avec les débris provenant de l'éboulement du toit, on fait des murs de soutènement qui facilitent l'enlèvement de la couche supérieure.

La galerie à travers bancs, qui part de la bâtarde au puits du Pré, va reconner la grande masse à 50 mètres de distance. J'ai jaugé à l'extrémité de cette galerie une source qui donne 302 hectolitres en 24 heures. Le volume d'eau qu'elle débitait au mois d'août précédent s'élevait à 385 hectolitres. Il y a donc eu une diminution notable depuis cette époque: ce qui tient à la mise en activité de la pompe des Verchères; cette eau s'écoule

par la grande couche au puits du Logis et de là à Égarande. Des éboulements provoqués au toit de la grande masse fournissent les remblais nécessaires au comblement des vides provenant de l'enlèvement du charbon.

J'ai observé au puits du Pré, dans la grande couche, un dos d'âne ayant la forme d'une espèce d'ellipse, dans toute l'étendue duquel la couche est très-resserrée.

Procès-verbal de  
visite du 11 sep-  
tembre 1843.

J'ai eu pour but principal dans cette visite de faire l'examen d'un sondage qu'on opère à l'extrémité d'une galerie d'amont, ouverte dans le rafiaud. La sonde doit traverser le massif de 15 mètres environ, qui sépare les travaux du puits du Pré de ceux du Gourde-Marin, actuellement inondés, et donner issue aux eaux qui s'écouleront à Égarande, où elles seront épuisées par la grande machine. D'après les renseignements donnés par les anciens gouverneurs, on présume que les travaux du Gourde-Marin, qui avoisinent le puits du Pré, ont atteint le toit de la tranche maréchale. C'est pourquoi le trou de sonde que l'on pratique aujourd'hui est incliné de bas en haut, de manière à rencontrer les vides correspondant aux anciennes exploitations. Il est déjà parvenu à une profondeur de 6 mètres. La sonde passe dans un robinet adapté à un tuyau solidement établi dans le massif de houille, de manière à ce qu'on puisse fermer immédiatement ce robinet lorsque la digue de séparation sera traversée. Il conviendra de jauger préalablement le produit du robinet, afin de savoir quelle ouverture il conviendra de lui donner, pour amener à Égarande une quantité d'eau en rapport avec le travail de la machine d'épuisement. Le massif

supporte une pression de 80 mètres d'eau. L'air ne se répand que par diffusion dans la partie de la mine où on exécute le sondage. On a établi des caisses qui amènent le courant d'air venant du puits du Logis, jusqu'au front de la galerie où travaillent les ouvriers.

Les travaux du puits du Pré sont suspendus depuis le 15 juillet. . . . .

Des travaux sont ouverts au puits Château, dans l'amont - pendage où l'on enlève par viailles et remblais la partie de la grande couche inférieure au nerf-blanc. Les anciennes galeries, inondées depuis 20 ans, n'ont pas éprouvé de dégradations notables, grâce à la dureté du charbon de ce territoire. Vers l'Ouest, on a rencontré un étranglement où la couche s'amincit en forme de coin. Une galerie de recherche y est pratiquée pour faire reconnaître l'allure du terrain dans la direction du puits du Pré.

Procès-verbal de  
visite du 11 sep-  
tembre 1843.

La quantité d'eau qui s'infiltré du puits Thiollier au puits Bourret et qui se rend directement au puits Château, pourrait être évaluée à environ 100 hectolitres. On établissait au puits Bourret des caisses destinées à recueillir les eaux qui tombaient au fond du puits et qui, lorsque la pompe cessait de fonctionner, devenaient assez abondantes pour changer la direction du courant d'air, et le faire refluer du puits Bourret au puits Château. Cet entretien, qui d'ordinaire ne dépasse pas 100 hectolitres, était élevé au jour dans des benues. Maintenant il se rend au puits Château par la galerie d'écoulement. On a aussi pratiqué au fond du puisard du puits Bourret une petite ouverture qui permettra d'y faire écouler toutes les eaux par le moyen d'un simple barrage lors-

qu'il y aura quelques réparations à faire à la pompe du puits Château.

Procès-verbal de  
visite du 27 sep-  
tembre 1843.

... La colonne du puits du Logis présente, à différentes hauteurs, plusieurs saillies où les benues pourraient facilement se poser eu égard au défaut de verticalité et au faible diamètre du puits. Il serait donc utile de faire placer des bois destinés à raccorder la paroi verticale avec les extrémités de ces saillies. Le fond de la percée à travers bancs dirigée vers Sainte-Barbe est parvenu à 150 mètres du puits. Il serait à désirer que cette galerie fût poursuivie avec activité pour qu'on puisse reprendre les travaux du bas-fond le plus tôt possible; mais les exploitants par motif d'économie ont suspendu le creusement de cette galerie qui se trouve aujourd'hui en assez mauvais état.

Le gaz se montrait dans la couche bâtarde.

Les eaux du Martoret se rendent à Egarande par la bâtarde du puits du Logis. On a pratiqué dans cette couche un trou de sonde à l'extrémité d'une galerie de l'aval-pendage, et on a percé au rond du puits du Martoret, après avoir traversé une épaisseur de rocher égale à 8 mètres. L'abaissement du niveau de l'eau devait permettre d'attaquer la portion de couche qui existe entre les puits du Martoret, du Pré et du Logis.

Le trou de sonde entrepris dans les travaux du puits du Pré donnait un peu d'eau. Le charbon dans lequel on avait fixé le robinet se trouvant fissuré, on l'a abattu pour assujettir le tuyau qui doit donner issue aux eaux dans un massif solide.

CONCESSION DES COMBES ET ÉGARANDE (59 hectares).

Ord. du 3 août 1825.— *Concess.* : MM. BÉTHENOD, COSTE, BONNARD et Comp.

Cette concession comprend trois champs d'exploitation, savoir :

1° Celui d'Egarande :

Puits Moïse, Saint-François et Egarande, } à la compagnie générale.

2° Celui des Combes :

Puits du Cimetière, Coste et St-Maximin, } à la compagnie générale et à divers.

3° Celui de Pic-Pierre :

Puits Neuf et Vieux... } à MM. Coste, Bonnard et compagnie.

1° Le puits d'Egarande, qui a été creusé en 1808, a traversé la grande masse, les deux bâtardes et la bourrue. La première couche a été rencontrée, en 1814, à 280 mètres de profondeur. Elle a de 7 à 9 mètres de puissance. On y a poussé des galeries dans toutes les directions, et surtout vers le Sud, afin de reconnaître le point où il serait le plus convenable de foncer un second puits. La couche était très-bien réglée du côté de la concession du Martoret, dont on atteignit la limite sans découvrir aucun crin; mais au Nord, vers la ville, elle était relevée par une faille où l'on a tenté quelques recherches qui sont restées infructueuses. Une percée à travers bancs fut alors ouverte au niveau de la mine des Combes, à 237 mètres du jour, et rencontra la grande masse à 40 mètres de son entrée. Une deuxième galerie au rocher fut aussi pratiquée à une profondeur de 252 mètres

dans la direction du puits Thevenet, et servit ainsi que la première à l'exploitation de la houille; mais l'aérage qui avait lieu au moyen de caisses devenant très-difficile, on suspendit les travaux entrepris à la hauteur de ces deux galeries, et on les reporta vers le puits Moïse qui se trouvait alors en creusement. Toutefois on eut de grandes difficultés à vaincre. Les lampes de sûreté n'étaient pas encore connues, et on n'avait d'autre moyen de se débarrasser du gaz inflammable dont la mine était infectée qu'en le faisant détoner. Pour cela, deux ouvriers, dits canonniers, descendaient dans les travaux quelques heures avant leurs camarades, avec des habits de forte toile, et la tête couverte d'une espèce de capuchon. Ils s'avançaient à une certaine distance des fronts de taille, et tandis que l'un d'eux se tenait caché dans une galerie voisine, l'autre armé d'une perche portant une mèche allumée à son extrémité s'approchait en rampant jusqu'à ce que la flamme de la mèche commençât à s'allonger. Alors il se couchait la face contre terre après avoir mouillé ses vêtements, et élevait la perche jusqu'au faite de l'excavation. Il se produisait une forte détonation qui avait souvent pour effet de blesser grièvement le canonnier. Celui-ci était secouru par son camarade; il était quelquefois projeté à plusieurs mètres par la force de l'explosion. Le danger était moins grand dans les galeries spacieuses et peu inclinées. Quand le grisou se trouvait accumulé au fond de galeries étroites et pentives, on fixait une petite poulie à l'endroit où l'on supposait qu'était logé le gaz, et on entourait la gorge de cette poulie d'une corde, à l'extrémité de laquelle était attachée une planche portant une lumière.

Cela fait on se plaçait à une certaine distance, et on tirait la corde jusqu'à ce que l'explosion eût lieu. On aurait rendu ce service moins dangereux en faisant détoner le gaz fréquemment. Les canonniers recevaient de 6 à 8 francs par journée de deux à trois heures. Entraînés par l'appât de ce salaire, de bons ouvriers acceptaient ces dangereuses fonctions dont ils étaient souvent victimes. Les grands accidents arrivaient toujours le lundi; et, en effet, il survenait la plupart du temps pendant le chômage du dimanche des éboulements qui rendaient la circulation de l'air moins active, et produisaient par suite une plus grande accumulation de gaz.

La communication du puits d'Egarande avec le puits Moïse fut établie en 1820, et l'aérage devint momentanément meilleur; mais au fur et à mesure que les ateliers d'exploitation s'éloignaient du chemin d'air, il en résultait autant de culs-de-sac où le gaz pouvait s'amasser. On se souvient de trois ou quatre explosions dues soit à la négligence des canonniers, soit à l'abondance du grisou, qui causèrent la mort de douze à quinze hommes.

On eut aussi à lutter contre des incendies qu'on ne pouvait éteindre qu'en fermant les deux puits.

L'usage des lampes de sûreté, dites de Davy, date de 1826. Grâce à l'efficacité de ces lampes, et aussi à l'amélioration de l'aérage résultant du percement des massifs, il n'y a pas eu de graves accidents depuis cette époque.

Le puits d'Egarande a atteint les bâtardes, en 1832, à 309 mètres du jour. Une galerie à travers bancs, ouverte à une profondeur de 326 mètres, rejoint ces couches dans leur aval pendage à 30 mètres

du puits. Enfin la bourrue a été reconnue, en 1833, à 334 mètres de la surface du sol. On a approfondi le puits jusqu'à 347 mètres, et on a fait une galerie à travers bancs à cette profondeur pour recouper ladite couche.

En 1836, les eaux pénétrèrent par infiltration dans le puits d'Égarande. La grande machine d'épuisement du Cornouailles y fut placée en 1838.

Cette machine a été achetée en Angleterre :	90.000 fr.
Le transport de Londres à Marseille a coûté :	10.000
et de Marseille à Rive-de-Gier :	12.000

Total . . . . 112.000

Elle est à simple effet, détente et condensation, et est desservie par quatre chaudières cylindriques à foyer intérieur. Une enveloppe entoure le cylindre à vapeur. Le piston a environ 6 pieds anglais ou 2<sup>m</sup>,05 de diamètre, et une course de 10 pieds anglais, soit 3<sup>m</sup>,05. La détente se fait ordinairement aux deux tiers de la course; elle peut d'ailleurs être réglée à volonté. La pompe que fait mouvoir cette puissante machine fournit 3 hectolitres d'eau par coup de piston. Elle peut donner au maximum dix coups de piston par minute et huit coups sans aucun inconvénient. Elle n'élève actuellement que 4.500 à 5.400 hectolitres d'eau en dix heures, d'une profondeur de 326 mètres, et la quantité de charbon consommée pour ce travail est de 25 à 30 hectolitres. L'affluence d'eau varie d'ailleurs beaucoup suivant les saisons et le volume du ruisseau d'Égarande, qu'on fait couler dans des caisses au-dessus des mines. Lorsque ces caisses débordent, le ruisseau pénètre dans les travaux souterrains par les fissures qui existent à la surface du sol. En 1842,

le niveau d'eau se trouvait, au puits d'Égarande, à la hauteur de l'entrée de la grande couche, c'est-à-dire à 280 mètres du jour. Les motifs qui ont porté à établir la machine d'épuisement au puits d'Égarande sont faciles à concevoir. On ne pouvait en effet la placer qu'au-dessus d'un des trois puits : Sainte-Barbe, du Logis et d'Égarande qui sont les plus rapprochés du point le plus profond du terrain houiller. Or les puits Sainte-Barbe et du Logis sont trop étroits et ne sont pas bien d'aplomb, tandis que celui d'Égarande a 3 mètres d'ouverture et est parfaitement vertical. Il est vrai que le puits Sainte-Barbe remplissait la condition principale pour servir à l'épuisement des eaux, puisqu'il est placé précisément au-dessus du bas-fond; mais d'un côté ce puits doit être essentiellement destiné à l'extraction du charbon, qui sera exploité plus tard dans la partie la plus basse du gîte houiller, et ensuite son orifice est à 60 mètres au-dessus de celui du puits d'Égarande. Cette dernière considération n'est pas la moins importante si l'on considère que les eaux extraites par la pompe sont corrosives. Enfin, sous le rapport de la surveillance qu'une machine aussi colossale exige, le puits d'Égarande convenait parfaitement puisqu'il est situé pour ainsi dire dans la ville même de Rive-de-Gier.

La grande couche a été rencontrée au puits Moïse, en 1819, à 267 mètres du jour. Le fonçage de ce puits a été continué jusqu'à 305 mètres, profondeur à laquelle on a ouvert une galerie à travers bancs pour l'exploitation du bas-fond compris entre les puits Sainte-Barbe, du Martoret et d'Égarande. La couche a de 7 à 8 mètres de puissance dans cette localité et incline très-fortement

vers le Nord-Ouest; elle donne un charbon très-dur. L'épaisseur de la tranche Maréchale n'est que de 1<sup>m</sup>,50 à 2 mètres; son toit est très-ébouleux.

Après avoir reconnu l'allure de la couche dans l'amont-pendage, on creusa le puits Saint-François qui atteignit la houille à 140 mètres. Ce puits, qui était destiné à l'aérage des travaux du puits Moïse, a servi aussi à l'exploitation de la grande masse qui a eu lieu au moyen de percées à travers bancs pratiquées à différentes hauteurs.

On a enlevé par les puits Moïse et Saint-François ce qui était resté dans les anciens travaux des puits Thévenet et Saint-Maximin, où l'on rencontre encore quelques piliers de houille au milieu des décombres; mais le toit, étant très-ébouleux, rendait le boisage difficile et l'entretien des galeries de roulage très-dispendieux.

En 1836, les eaux d'Égarande ont envahi successivement les travaux des puits Moïse et Saint-François. Le premier puits a été remis en activité en 1838, et l'extraction s'y est continuée régulièrement jusqu'ici. Quant au puits Saint-François, il ne sert plus qu'à l'aérage.

Le système d'exploitation suivi au puits Moïse, consistait à pratiquer dans la couche, des galeries en direction recoupées par d'autres, dirigées suivant la pente; mais les piliers compris entre ces galeries étaient trop faibles, relativement à la forte inclinaison du terrain, et les vides n'étaient presque jamais remblayés. Aussi consomme-t-on aujourd'hui une grande quantité de bois, et encore parvient-on difficilement à consolider les galeries de roulage. En outre on est obligé de faire des remblais pour tirer partie des matériaux stériles qu'on rencontre au milieu des anciens travaux.

Enfin, comme il est impossible d'abattre une grande quantité de charbon sur un même point, on doit laisser d'assez longs intervalles entre les divers ateliers souterrains, ce qui augmente beaucoup les frais de transport intérieur.

La bâtarde a été découverte au puits Moïse, en 1842, par une percée à travers bancs pratiquée à 232 mètres de profondeur. On y a trouvé beaucoup de gaz.

2° Les travaux des puits Coste, Thevenet et Saint-Maximin sont abandonnés depuis 25 ans. Ces puits ont rencontré la grande couche le premier, en 1804, à 238 mètres; le deuxième à 257 mètres, en 1811; et le troisième en 1815, à 162 mètres de profondeur. Aucun d'eux n'a été creusé jusqu'à la bâtarde. La grande masse se relevait rapidement au Sud. On l'a exploitée en remontant au moyen de plusieurs galeries à travers bancs. Elle était très-sujette au grisou. On ignore quelles sont les ressources que peut encore offrir cette contrée qui, si l'on en croit la tradition, aurait été l'objet d'un affreux gaspillage.

Le puits du Cimetière a été foncé en 1804. Une forte source qu'on rencontra à 70 mètres du jour, vint tout à coup suspendre son creusement, et amena sans doute l'ouverture du puits Coste.

En 1820, après l'épuisement de la partie Sud du territoire des Combes, on songea à poursuivre le creusement du puits du Cimetière. Une colonne de pompes et une machine de 36 chevaux y furent établies, et en 1822 ce puits atteignit la grande masse à 185 mètres du sol. Les travaux d'exploitation ont été d'abord dirigés à l'Est, vers le puits de Pic-Pierre, qui devait servir à l'aérage. On redoutait alors en effet de mettre le puits

du Cimetière en communication avec le puits Coste, qui était inondé et éboulé sur une grande hauteur. Ces travaux n'ont été d'abord qu'imparfaitement aérés au moyen d'une gaine; mais la bâtarde ayant été découverte en 1829 à 227 mètres de profondeur, les deux puits du Cimetière et de Pic-Pierre communiquèrent bientôt par cette couche, et l'aérage devint meilleur. Un peu plus tard le puits du Cimetière atteignait la bourrue à 262 mètres. Les couches forment le berceau sous ce puits, et l'on a dû pratiquer à travers bancs plusieurs galeries horizontales pour faciliter leur exploitation. L'une de ces galeries part de la bâtarde et va rejoindre la grande couche au Sud, sous le tunnel du chemin de fer; une autre conduit de la bourrue à la bâtarde.

En 1833 et 1834, on a exploité la grande masse sous la ville, dans le voisinage du quartier de la Grenette, jusqu'à la limite Nord-Est de la concession. Les travaux se sont étendus parallèlement à cette limite, vers le puits neuf Pic-Pierre, avec lequel on a communiqué dans le courant de l'année 1836. Depuis cette époque on a cessé d'exploiter de ce côté. Quoique les vides intérieurs aient été remblayés complètement et qu'on ait laissé subsister une partie des piliers de houille, il s'est opéré un mouvement sensible dans le sol, et notamment au delà de la limite de la concession, sous le percement du chemin de fer. Les travaux d'exploitation ont été portés ensuite au Sud, à proximité du railway de Saint-Étienne à Lyon, puis à l'Ouest dans le territoire dit *des Pièces*, sous les verreries Richarme, à la suite d'un traité conclu en 1838, entre les compagnies des Combes et d'Égarande. On traversa

alors les anciens travaux du puits d'Égarande, où l'on rencontra encore quelques piliers de charbon, surtout dans la tranche maréchale. Deux années après, on alla rejoindre, à l'aide de la sonde, les travaux inondés des Combes, d'où l'on enlève maintenant ce que les anciens y ont laissé. Un arrêté préfectoral interdit aux concessionnaires d'exploiter à moins de 10 mètres de chaque côté du tunnel, et prescrit en outre les remblais complets jusqu'à 30 mètres de son axe.

Les couches bâtarde et bourrue paraissent s'étendre au Sud à une moins grande distance que la grande masse, ce qui tendrait à faire présumer que ces couches n'affleurent pas dans cette direction. On remarque que le sol des galeries se soulève plus rapidement dans les petites couches que dans la grande masse qui est aussi beaucoup moins accidentée que les premières. Cette dernière circonstance rend même la bourrue presque inexploitable. L'inclinaison des couches est d'environ 45° aux puits Coste et Thévenet, tandis que du côté de la ville au Nord du puits du Cimetière, elles sont presque horizontales.

On peut dire que l'exploitation a été très-bien dirigée au puits du Cimetière, contrairement à ce qui a eu lieu aux puits Coste et Thévenet, où il y a environ  $\frac{1}{4}$  du charbon perdu au milieu des éboulements, tandis qu'il en restera à peine  $\frac{1}{12}$  dans la première mine.

L'avenir du champ d'exploitation des Combes est tout entier dans le massif qui existe près des Verchères; mais les travaux de cette dernière mine, qui sont actuellement inondés, ayant été poussés au delà du Gier, et s'étant même avancés jusqu'à la rue Paluy, avant que la concession des

Combes et d'Égarande ne fût instituée, il serait dangereux d'attaquer aujourd'hui ledit massif.

La source recueillie au puits du Cimetière, dans un réservoir situé à 60 mètres du jour, donne 1.600 hectolitres d'eau par 24 heures. Il en tombe environ 200 hectolitres au fond du puits, dans le même temps. Quant aux eaux des puits Coste et Thévenet, elles sont extraites par la pompe d'Égarande.

3° Le puits vieux de Pic-Pierre date de 1810; il a été creusé jusqu'à 120 mètres, sans traverser aucune veine de houille. En 1812 on pratiqua au fond de ce puits deux galeries à travers bancs, qui rencontrèrent la grande couche presque verticale, à peu de distance de leur entrée. Tous les travaux furent portés dans l'amont-pendage; mais le gaz inflammable apparut bientôt, et occasionna même d'assez fréquentes explosions, qui firent périr plusieurs ouvriers, dont un gouverneur. Cette exploitation fut abandonnée en 1815. Plus tard on poursuivit le puits vieux; mais des travaux de reconnaissance, exécutés en 1828, au puits neuf Pic-Pierre, dans le voisinage du puits vieux, ayant fait reconnaître que ce dernier se trouvait sur un crin, on suspendit son creusement à 195 mètres. Une percée fut ouverte dans le rocher, à une profondeur de 150 mètres, et rencontra bientôt la couche par laquelle on communiqua avec le puits neuf. On a fait ensuite, à un niveau supérieur, deux autres galeries qui servent actuellement au roulage.

Le puits neuf Pic Pierre a été creusé en 1828, et a atteint la grande couche, en 1832, à 201 mètres, et la bâtarde, en 1833, à 248 mètres du jour. On approfondit ce puits en 1835 dans l'es-

poir de découvrir la bourrue qui existe au puits du Cimetière, et à 292 mètres on trouva le terrain primitif. Le puits neuf avait bien traversé un petit filet charbonneux d'une épaisseur de quelques centimètres; mais on y fit des recherches inutiles. Une galerie très-inclinée vers le Nord-Est, et partant de la bâtarde, n'eut pas plus de succès.

Le défilage des couches bâtardes a été achevé en 1841, et il ne reste plus à enlever que la mine droite. Le système suivi consiste à exploiter par étages successifs, et à s'élever successivement sur les remblais. On se trouve maintenant dans le troisième étage, auquel conduit une galerie à travers bancs de 40 mètres de longueur. La partie horizontale de la grande masse du côté de la ville a été facile à exploiter. La puissance de cette couche, qui était de 3 à 5 mètres, a permis de l'enlever en une seule fois, et assez complètement pour qu'il reste à peine  $\frac{1}{5}$  de charbon dans les anciens travaux; mais il n'en est pas de même de la mine droite, où le mur et le toit, se resserrant considérablement, rendent les boisages très-difficiles. Cette exploitation est d'ailleurs d'autant plus dangereuse que le grisou y abonde. On est forcé d'établir des caisses à demeure pour amener jusqu'au front des tailles l'air aspiré par le puits vieux.

Il n'y a pas assez d'eau dans la mine pour subvenir aux besoins de la machine établie au puits neuf.

. . . . . Le puits du Cimetière commu-  
nique avec le puits neuf Pic-Pierre par une  
galerie en direction dans la bâtarde. Cette galerie  
d'aérage n'est plus nécessaire depuis que les tra-  
vaux des Combes ont été mis en communication

Procès-verbal de  
visite du 25 avril  
1842.

avec ceux d'Égarande. La bâtarde est complètement enlevée au puits neuf, et l'exploitation porte uniquement sur la grande masse, qui a de 2 mètres à 2<sup>m</sup>,50 de puissance. Cette couche, qui est presque horizontale sous le puits, se relève brusquement vers le Sud-Est. On l'a exploitée par une première entrée à travers bancs jusqu'à 150 mètres environ du jour. A cette hauteur, une deuxième percée a atteint le charbon à 35 mètres du puits. Plusieurs galeries ont été pratiquées dans la couche, et on s'est élevé successivement sur les remblais. Le roulage a donc lieu en descendant. Il se fait par des traîneurs qui font glisser sur le sol de petites bennes d'une contenance de 3/4 d'hectolitre. On se dispose à ouvrir, à 120 mètres de profondeur, une troisième galerie au rocher qui aura une longueur d'environ 45 mètres. La couche devient de plus en plus droite au fur et à mesure qu'on se rapproche de son affleurement. Elle est renfermée entre deux bancs de schiste très-ébouleux, circonstance qui rend l'exploitation dangereuse, et qui exige qu'on boise les galeries avec beaucoup de soin. Cette mine est très-sujette au grisou. Aussi l'éclairage n'a lieu exclusivement que par lampes de sûreté.

Une communication existe à 130 mètres de la surface du sol entre le puits neuf et le puits vieux. J'ai observé à l'extrémité de la percée à travers bancs qui établit cette communication un plissement bien caractérisé dans la grande masse.

Il tombe 100 hectolitres d'eau au puits neuf Pic-Pierre.

..... Au puits Moïse les travaux d'exploitation sont dirigés dans la grande couche et dans la bâtarde. Le toit qui recouvre la tranche

Procès verbal de  
visite du 6 juin  
1842.

maréchale est très-mauvais. La bâtarde a été reconnue dans le courant de mai par une percée à travers bancs au niveau de la troisième entrée. La longueur de cette percée est de 80 mètres. La bâtarde est, comme au puits du cimetière, divisée en deux couches bien distinctes, ayant chacune 1 mètre de puissance, et séparées par un nerf de 1 à 2 mètres.

La quantité considérable de grisou que l'on a rencontrée lors de la découverte de cette couche, a mis dans la nécessité d'y faire circuler un courant d'air naturel et continu pour prévenir tout accident. On y est parvenu en établissant un compartiment dans la galerie à travers bancs au moyen d'une cloison en planches. Ce compartiment aboutit à des caisses qui débouchent aux chantiers. L'air arrive par ces caisses, parcourt les travaux de la bâtarde, revient ensuite par la galerie, et s'échappe partie par le puits Saint-François, partie par le puits du Cimetière.

..... Plusieurs chantiers sont ouverts dans la mine du Cimetière près de l'ancien puits Thevenet. La bâtarde est relevée par une faille jusqu'à la grande couche, dont elle paraît former le prolongement. Les travaux entrepris dans l'avalpendage de cette couche sont traversés par le courant d'air venant du puits de Pic-Pierre. Maintenant que ce dernier va se trouver remblayé jusqu'à la hauteur de la grande masse, l'aérage aura lieu seulement entre les puits Moïse et du Cimetière.

On a fait, il y a environ deux mois, une galerie à travers bancs un peu au-dessous de l'ancienne entrée de la grande couche pour aller rejoindre un

Procès-verbal de  
visite du 6 octobre  
1843.

massif qui servait autrefois d'investison entre les deux mines des Combes et d'Egarande.

Procès-verbal de  
visite du 30 no-  
vembre 1843.

Les travaux dirigés au puits neuf Pic-Pierre, par l'entrée inférieure, étant parvenus à une assez grande hauteur, et le traînage ne pouvant plus avoir lieu sans difficulté, on a pratiqué une nouvelle galerie au rocher, à 20 mètres au-dessus de la première, dans le but d'exploiter la couche droite à un niveau supérieur. Cette galerie se trouve au même niveau que celle qui existe au puits vieux à 120 mètres du jour; mais à la distance à laquelle on s'attendait à rencontrer la houille, on n'a trouvé qu'un lit de gore assez épais qui semble occuper la place de la couche. Ces travaux sont suspendus jusqu'à ce que les recherches entreprises au puits vieux aient jeté quelque lumière sur l'allure de la grande masse.

#### CONCESSION DE COUZON (50 hectares).

Ordonn. du 17 août 1825. — *Concess.* : MM. ALLIMAND et Comp.

La mine de Couzon a été abandonnée en 1804 et est restée en chômage pendant vingt ans. En 1824 on a foncé le puits Saint-Lazare, qui a atteint la grande masse à 50 mètres du jour. Cette couche, dont la puissance était de 1<sup>m</sup>,20, fournissait un charbon dur d'une qualité supérieure. On arrêta le creusement du puits Saint-Lazare à 66 mètres et on fit à cette profondeur une galerie au rocher pour aller rejoindre un petit massif de houille que les premiers exploitants avaient laissé dans l'amont-pendage de la mine de la Gerbaudière. Les travaux furent dirigés pendant quelque temps dans ce petit massif, et dès que la concession de Couzon fut obtenue on s'occupa de re-

mettre en activité les anciens puits abandonnés depuis 1804. On reprit d'abord le puits des Ronces, tandis qu'on plaçait une machine à vapeur à l'orifice de celui de la Planche pour faire mouvoir une pompe destinée à l'assèchement des travaux. Ce puits est resté consacré à l'épuisement des eaux qui viennent de l'ancienne exploitation faite sous le Gier par le sieur Maigre.

Lors de l'abandon des mines de Couzon en 1804 on avait comblé le puits de la Gerbaudière pour éviter de payer une indemnité au propriétaire du sol. Ce puits fut curé en 1830, et l'extraction de la houille s'y fit pendant quelques mois au moyen d'une machine à chevaux qui fut remplacée en 1833 par une machine à vapeur. On put alors approfondir sans difficulté le puits de la Gerbaudière, qui traversa les deux bâtardes à 156 et 163 mètres, et la bourrue à 198 mètres. Ces trois couches ont été exploitées simultanément à dater de leur découverte.

Le puits du Pré, qui avait été remblayé comme le puits de la Gerbaudière, fut repris en 1834. On poursuivit son creusement et on rencontra les deux bâtardes et la bourrue à 153, 159 et 210 mètres du jour; il paraît que les roches du terrain primitif ont été reconnues au fond du puits. Ce puits est tombé à peu de distance d'une grande faille qui coupe les couches normalement à leur direction et les rejette vers le Sud-Ouest. En amont de cette faille, le nerf-blanc de la grande masse prend une plus grande épaisseur, et la puissance de la tranche maréchale diminue de plus en plus. Cette faille amène aussi un changement dans l'allure et la composition des bâtardes; ainsi, le banc de rocher qui sépare les deux couches, et

qui a de 6 à 7 mètres d'épaisseur en amont du rejet n'en a plus que 1 ou 2 en aval. De plus, le nerf de 40 centimètres qui existe à Couzon dans la batarde supérieure ne se retrouve plus dans l'autre partie du bassin houiller.

Dès que les puits de la Gerbaudière et du Pré eurent atteint les couches inférieures à la grande masse, on approfondit le puits Saint-Lazare (1837) pour rechercher les mêmes gîtes; bientôt les deux batarde furent atteintes à 104 et à 113 mètres. On y fit en direction quelques travaux de reconnaissance, et on reprit le creusement du puits dans le but de découvrir la bourrue; mais on retrouva d'abord deux nouvelles couches semblables aux batarde, la première à 160 mètres, et la deuxième à 168 mètres de profondeur. (*Voyez la notice géologique, Annales des Mines, 4<sup>e</sup> série, t. VII, page 78.*) La bourrue n'a été rencontrée qu'à 218 mètres.

Le vargue qui existait au puits Saint-Lazare a été remplacé par une machine à haute pression à cylindre horizontal en 1841.

Le mode suivi à Couzon pour l'exploitation de la houille n'est pas le même que dans les autres mines. Chaque atelier ouvert dans la grande couche, dont la puissance est d'environ 3 mètres, occupe deux ou trois piqueurs; l'un d'eux attaque le nerf blanc, qui a une épaisseur de 0,60 à 1 mètre et qui n'est recouvert que par quelques centimètres de charbon. Pendant que celui-ci enlève le schiste jusqu'à 2 mètres environ du front du chantier, les deux autres font deux entailles verticales à droite et à gauche du massif qu'il s'agit d'abattre; ensuite ils déterminent la chute de la houille au moyen de la poudre et de coins en fer. Ce système

a l'avantage de procurer des remblais et de permettre de faire beaucoup de pérat. On commence toujours par diriger les travaux dans les parties les plus éloignées du puits; et lorsqu'il n'y a pas assez de matériaux pour remblayer, on bat en retraite en soutenant le faite avec des étais et laissant ensuite ébouler.

La batarde supérieure est exploitée par grandes tailles. A cet effet, on divise le massif en piliers de 20 mètres de côté par des galeries en direction recoupées par d'autres perpendiculaires, et puis on exploite chaque pilier en s'élevant successivement et remblayant au-dessous de soi; de cette manière l'enlèvement du nerf est facilité de même que la confection des remblais, surtout lorsque la couche est pentive. On applique aussi le système des grandes tailles dans la batarde inférieure, et comme le sol s'y soulève rapidement, on fait tomber le toit au faite des galeries de roulage. Les débris qui en résultent servent à faire des muraillements le long de ces galeries.

L'exploitation de la bourrue, qui a 1<sup>m</sup>,50 de puissance et qui renferme presque moitié de son épaisseur de nerfs s'opère aussi par le même mode.

Le roulage a lieu par chevaux dans la grande couche et dans la première batarde.

Ce n'est que depuis peu qu'on a fait des travaux au Sud du tunnel du chemin de fer. Cette partie de la concession où le grisou se manifeste quelquefois est donc encore presque vierge. On sera obligé plus tard d'ouvrir deux puits d'une centaine de mètres pour extraire la houille à proximité des affleurements. La concession de Couzon offre aussi des ressources du côté de Rive-de-Gier. Comme les couches sont peu épaisses et que les

anciens ouvrages peuvent fournir des remblais en quantité suffisante, on pourrait sans inconvénient diriger les travaux sous la ville, pourvu que les vides intérieurs fussent remblayés avec soin.

L'exploitation de Couzon ne reçoit pas beaucoup d'eau, quoiqu'elle se soit étendue jadis au-dessous du Gier. L'eau afflue surtout par la grande couche, et se rend au puits de la Planche, où elle est extraite par la pompe qui ne fonctionne que pendant le jour. Depuis que le puits de la Gerbaudière est en chômage, les galeries de la bourrué amènent au puits du Pré un certain volume d'eau.

Procès-verbal de  
visite du 30 juin  
1842.

... Coupe des deux bâtardes de haut en bas : bâtarde supérieure, 0<sup>m</sup>,30 de houille; 0<sup>m</sup>,40 de gore; 0<sup>m</sup>,80 de houille; épaisseur totale, 1<sup>m</sup>,50; grès et gore, 6 à 7 mètres : vient ensuite la bâtarde inférieure qui a 1 mètre environ de puissance et qui est traversée à 0<sup>m</sup>,1 du toit par un lit de grès de quelques centimètres. Direction des couches, N.-E. 57° 1/2 S.-O. J'ai visité un chantier ouvert dans la bâtarde supérieure, vers la limite Est du bassin où cette couche est presque verticale, et a à peine une épaisseur de 0<sup>m</sup>,70. En Belgique, les couches semblables sont exploitées par gradins, et les ouvriers sont payés à l'avancement; mais il ne peut en être de même ici, où les resserrements de couches sont tout à fait accidentels. Les ouvriers sont payés à la benne de *Malbrouck*, et fournissent tout, excepté les outils. Le mode d'exploitation consiste à enlever la houille sur une hauteur de 3 mètres, en s'élevant sur un plancher, et à remblayer au-dessous de soi. L'ouvrier, pour abattre la houille, fait un havage au mur et tire un coup de mine au toit.

... L'exploitation a toujours lieu partie par viailles avec remblais, partie par grandes tailles. L'élargissement des galeries, les crains, le toit des couches et le nerf-blanc fournissent assez de matériaux pour remblayer. Le gaz se montre quelquefois dans la bourrué. L'air entre par le puits Saint-Lazare et sort par le puits du Pré après avoir successivement parcouru les travaux de la bourrué, des bâtardes et de la grande couche.

Procès-verbal de  
visite du 26 dé-  
cembre 1842.

... La troisième bâtarde du puits Saint-Lazare, qui est inclinée d'environ 45 degrés, se poursuit sans interruption jusqu'au puits du Pré, où elle est connue sous le nom de première bâtarde ou bâtarde supérieure. Une petite galerie, dirigée suivant la pente de cette couche, met en communication les travaux des deux puits. Des galeries de reconnaissance sont poussées à l'Est dans l'amont pendage des bâtardes. On fait aussi une percée horizontale à travers bancs dans cette couche pour aller rejoindre les travaux de la grande masse qui sont parvenus au puits du Pré à un niveau très-élevé au-dessus de la voie de roulage. On arrive au sommet de ces travaux par une série de couloirs inclinés, où on laisse tomber les charbons jusqu'à la galerie inférieure. Ce système pourrait compromettre gravement la vie des ouvriers et l'existence de ces couloirs, dont l'éboulement serait la conséquence inévitable de la chute des étais brisés ou renversés par les blocs de houille.

Procès-verbal de  
visite du 15 no-  
vembre 1843.

... Les recherches entreprises au puits Saint-Lazare, dans l'amont-pendage de la troisième bâtarde, sont déjà parvenues à une assez grande hauteur. La couche s'amincit et se redresse de plus en plus. Une petite percée à travers bancs

Procès-verbal de  
visite du 9 fé-  
vrier 1844.

conduit de la troisième à la quatrième batarde, dans laquelle on a pratiqué une seule galerie de reconnaissance en direction.

La percée, partant de la troisième batarde, avait atteint, depuis environ deux mois, la grande couche exploitée au puits du Pré. Cette nouvelle voie souterraine est d'un grand secours à l'exploitation sous le rapport de l'aérage et des transports.

#### CONCESSION DU COULOUX (27 hectares).

Ordonn. du 15 novembre 1826. — *Concess.* : MM. MORTIER et Comp.

La concession du Couloux comprend deux champs d'exploitation : celui de la ville ou du Midi, et celui du Nord, où les couches sont beaucoup moins profondes.

1° Le champ d'exploitation dit la Ville débouche au jour par les puits du Couloux, Riche et Mortier. Le puits du Couloux a été creusé vers 1801, et a atteint la grande couche connue aux Verchères à 235 mètres de profondeur. Les travaux dirigés dans cette couche, vers le ruisseau de Feloin, rencontrèrent bientôt ceux du puits Saint-Laurent (concession des Verchères), qui s'étendaient de plus en plus à l'Est dans le périmètre actuel du Couloux. En 1806, la famille Teillard fit lever le plan de cette mine afin de savoir si l'extraction de la houille avait lieu sous sa propriété sise dans le quartier de Feloin ; et en effet, plusieurs chantiers s'étaient avancés jusque dans le voisinage de l'hôtel Saint-Jacques. Il paraît que la couche était à peu près horizontale, ce qui ne doit pas étonner si l'on se rappelle les renseignements fournis par les travaux du puits du Cimetière (concession des Combes et Éga-

rande) exécutées sous le quartier de la Grenette. On arriva au contact du crin de Couzon, et on fit dans le rocher une galerie de recherche horizontale qui amena la découverte de la mine bourrue.

Le puits du Couloux communique avec le puits Riche, situé sur le versant Est de la montagne, et ce dernier est en relation directe avec les puits de la Barrière, de la Verrerie et de Chantegraine. Lorsque ces puits furent abandonnés et submergés, en 1816, on voulut prévenir l'irruption des eaux dans la mine des Verchères. L'administration fit construire dans ce but, au puits du Couloux, inférieurement à la galerie qui conduisait au puits Riche, une voûte en maçonnerie reposant sur des entailles pratiquées dans la paroi, mais soit que le propriétaire de la mine du Couloux, mécontent d'avoir vu sacrifier son puits, ait fait détruire la voûte, soit que l'eau se soit fait jour par des fissures, les mines des Verchères furent successivement inondées de 1818 à 1821.

Le puits Riche date aussi du commencement de ce siècle, et a traversé la grande couche à 105 mètres et les batarde à 130 mètres de son orifice. Ce puits n'a pas été foncé jusqu'à la bourrue; il est abandonné depuis 1816.

Le puits Mortier a été creusé vers 1810; il a rencontré la grande couche à 115 mètres et la batarde à 150 mètres du jour. Submergé en 1817, il est resté abandonné jusqu'à 1838, époque à laquelle on y a établi une machine à haute pression de 20 chevaux; mais les nouveaux travaux qui avaient lieu seulement dans la grande couche ont été arrêtés par l'abondance des eaux pluviales d'automne 1840, et depuis lors ce puits est resté en chômage.

2° Il y a eu dans le Nord de la concession du Couloux différentes exploitations isolées et de peu d'importance qui ont porté tantôt sur la grande masse, tantôt sur les couches bâtardes et bourrue. Parmi les différents puits qui ont été creusés dans ce territoire, nous citerons seulement ceux qui ont été en activité depuis 1800, savoir :

Les puits Devigne, Jamen, Pyrojacques et Saint-Bonaventure.

Le puits Devigne, dont la profondeur totale est de 120 mètres, traverse la grande couche à 80 mètres du jour.

Le puits Jamen n'a rencontré que des filons inexploitable.

Le puits Pyrojacques remonte à 1778. Il a atteint la grande masse à 65 mètres, les bâtardes séparées par 3 mètres de schiste à 97 mètres et la bourrue à 120 mètres de profondeur. Ce puits se trouve à la limite des quatre concessions du Couloux, de la Verrerie, des grandes Flaches et de la Catonnière. Il a été repris et abandonné à plusieurs reprises, suivant que le charbon avait plus ou moins de valeur. Les travaux avaient lieu dans la bourrue lorsqu'il fut définitivement mis en chômage en 1838. Ce puits pourrait encore servir à extraire les portions de couché qui restent encore à exploiter dans son voisinage; mais son défaut de verticalité le rend très-dangereux.

Le puits Saint-Bonaventure date de 1838. Il a été creusé près des affleurements de la bâtarde qu'il a rencontrée à 16 mètres de profondeur. Il a aussi traversé la bourrue à 25 mètres. On y a enlevé quelques piliers de houille provenant d'une ancienne exploitation, et on l'a abandonné à la fin de 1842.

La partie S.-E. de la concession du Couloux peut être considérée comme à peu près vierge, et la bourrue y est intacte. Un nouveau puits devra être creusé pour l'exploitation de ce territoire qui porte le nom de Sainte-Agathe. Il reste aussi à extraire une quantité assez considérable de charbon aux puits du Couloux, Riche et Mortier. Quant à la partie Nord de la concession, elle est à peu près complètement épuisée. La houille provenant de cette concession est très-estimée pour le chauffage domestique; le menu est en général employé pour la cuisson des briques et de la chaux.

..... Au puits Saint-Bonaventure, l'ex-  
 ploitation porte uniquement sur la bourrue qui  
 a 1 mètre d'épaisseur et qu'on exploite par grandes  
 tailles et remblais. Le puits Saint-Jean, qui n'a  
 que 6 à 7 mètres jusqu'à cette couche, sert à l'ac-  
 rage.

Procès-verbal de  
 visite du 9 juin  
 1842.

#### CONCESSION DE LA VERRERIE (32 hectares).

Ordonn. du 15 novembre 1826. — *Concess.* : MM. GUÉTAT et Comp.

1° Champ d'exploitation de la Verrerie et de Chantegraine : puits Monjoint, de la Frarie, de la Barrière, de la Verrerie, de Chantegraine, Bourguignon et Sainte-Marie.

Tous ces puits sont antérieurs à l'obtention de la concession, à l'exception du puits Sainte-Marie, qui a été creusé en 1839. Ils sont tous abandonnés, sauf le puits Bourguignon, où on a récemment placé une pompe d'épuisement.

Le puits Monjoint n'a été foncé que jusqu'à la grande couche. Il date de 1765; sa profondeur est de 140 mètres. Abandonné en 1806, il a été repris en 1838; mais les travaux ont été bientôt

suspendus par suite des grandes pluies d'automne 1839, qu'on ne pouvait combattre avec un simple manège. Ce puits est encore inondé.

Les deux puits de la Frarie sont ouverts au territoire de ce nom dans la partie Ouest de la concession et datent de 1812. Ils ont atteint la grande masse à 80 mètres de profondeur. Les travaux qui y ont été entrepris sont peu importants.

Le puits de la Barrière a été creusé en 1792. Il a traversé la grande couche à 130 mètres et a été approfondi jusqu'à la batarde, qu'il a rencontrée en 1812 à 170 mètres du jour. Ce puits communique directement avec ceux du Couloux, Riche, et avec les puits de Chantegraine et de la Verrerie. Les travaux qu'on y a exécutés ont été dirigés au Sud-Est dans la grande masse et dans la batarde. Il est abandonné depuis 1813.

Le puits de la Verrerie a 156 mètres de profondeur. Il n'est creusé que jusqu'à la grande couche et date de 1796. Il a servi d'abord à l'extraction de la houille, puis à l'épuisement des eaux et à l'aérage de la mine de Chantegraine. Ce puits est maintenant compris dans l'intérieur de la verrerie Robichon. Une bache s'y trouve placée à une vingtaine de mètres pour recueillir les eaux d'une source destinées à l'usage de cette verrerie.

Le puits de Chantegraine date de 1803. Il a 144 mètres de profondeur jusqu'à la grande couche. On l'a approfondi, en 1816, pour atteindre la batarde. Il avait, en 1812, 164 mètres. Abandonné et remblayé depuis 1816. Il est placé sous la verrerie de Plaisance. Ce puits portait à la fois une machine à vapeur de rotation pour l'extraction des matières et une autre machine à vapeur servant à l'épuisement des eaux.

Le puits Bourguignon a été foncé en 1802. Une petite galerie ouverte à 50 mètres du jour part de ce puits et va rejoindre la galerie d'écoulement des Grandes-Flaches. La grande masse existe au rond du puits, à 78 mètres de profondeur. Quant aux couches batarde et bourrue, elles sont coupées par une faille qu'on a traversée par deux percées au rocher, l'une à 100 mètres, l'autre à 157 mètres de la surface du sol. Ces deux galeries ont été exécutées depuis 1840, ainsi que le fonçage du puits au-dessous de la grande couche. Une machine à vapeur de 36 chevaux a été établie au puits Bourguignon en 1839. On n'y fait aujourd'hui que des travaux de reconnaissance dans la grande masse. Une galerie de la mine Combelibert (Grandes-Flaches), actuellement inondée, a pénétré de 50 mètres environ dans la concession de la Verrerie. Il est donc essentiel que les travaux entrepris au puits Bourguignon soient conduits avec précaution de ce côté. Ce puits ne communique avec aucun autre, et cependant le défaut d'air ne s'y fait pas sentir, quoiqu'il n'y ait pas de caisses pour l'aérage.

Le puits Sainte-Marie a été creusé en 1829. Il est situé au Nord-Est du puits de Chantegraine et au Sud-Est du puits Bourguignon. On y a rencontré à la profondeur de 120 mètres une forte source qui s'est opposée au fonçage. Ce puits n'a donc pas atteint la grande couche. Il est probable que l'affluence d'eau qui a interrompu son creusement vient des travaux inondés des puits Bourguignon et Chantegraine.

2° La partie Est de la concession de la Verrerie appartient à MM. Guétat et Donzel. On y a ouvert en 1810 le puits Donzel qui a 180 mètres de

profondeur et qui n'a traversé que les bâtardes. On a fait dans ces couches quelques galeries en 1835; mais les exploitants n'étant pas d'accord sur la marche à donner aux travaux, le puits a été fermé l'année suivante.

La concession de la Verrerie possède les mêmes couches de houille qui existent au-dessus du Crin transversal à la vallée du Gier dans les concessions du Couloux et du Couzon. La puissance de la grande masse est de 2<sup>m</sup>,70, celle de chaque bâtarde de 1<sup>m</sup>,15 et celle de la bourrue de 1<sup>m</sup>,50. Cette dernière n'a été découverte, il est vrai, qu'au puits Bourguignon; mais il n'y a pas de doute qu'elle ne s'étende dans tout le périmètre de la Verrerie puisqu'elle a été reconnue dans les mines environnantes. Toutes ces couches ont été exploitées par piliers et galeries. Le toit des bâtardes et de la bourrue était bon; mais celui de la grande masse était composé, comme à Couzon, d'une certaine épaisseur de schiste tendre qu'on soutenait à grands frais. Nous avons vu, en parlant de cette dernière mine, comment on tire aujourd'hui partie de ce schiste, qui n'est autre chose que le nerf-blanc, pour faciliter l'abattage du charbon.

La concession de la Verrerie offre encore beaucoup de ressources. En effet, le territoire voisin des Grandes-Flaches est encore vierge et les couches inférieures sont presque intactes.

Tous les puits foncés au Sud dans cette concession ont été abandonnés par suite de l'affluence des eaux; mais celles-ci n'étaient sans doute pas aussi abondantes qu'on le pensait, et la mauvaise organisation des machines jointe au peu d'habileté des mécaniciens expliquerait facilement l'obstacle insurmontable que pouvait présenter un

volume d'eau qui peut-être ne dépassait pas 3.000 hectolitres en 24 heures. Quant aux eaux qui se répandent dans les travaux du Nord, elles peuvent être attribuées à la galerie d'écoulement des Grandes-Flaches qui est en très-mauvais état entre les puits Bourguignon et de la Compagnie (concession des Grandes-Flaches). Comme conséquence de cet état de choses, l'eau reflue dans les travaux du puits Combelibert (Grandes-Flaches), puis dans ceux du puits Bourguignon. Il serait nécessaire de réparer cette galerie et d'encaisser l'eau partout où l'on observerait des fissures dans le rocher. Ce travail, fait avec soin, pourrait entraîner une dépense de 8.000 à 10.000 francs.

CONCESSION DES GRANDES-FLACHES (50 hectares).

Décret impérial du 7 octobre 1809. — MM. BONNARD et Comp.

On connaît dans cette concession cinq couches exploitables, qui sont : la petite mine de la Découverte, la grande couche, les deux bâtardes et la bourrue.

Le puits vieux Combelibert remonte à 1780. Il a rencontré la grande masse à environ 40 mètres du jour, les bâtardes à 64 mètres, et la bourrue à 108 mètres. C'est le seul puits de la concession qui ait été foncé jusqu'à cette dernière couche, qu'il a atteinte en 1832. Il porte une machine à vapeur de 20 chevaux. Les travaux de ce puits ont été inondés en 1840, par suite du mauvais état de la galerie d'écoulement des Grandes-Flaches. Une pompe mue par la machine élevait l'eau jusqu'au niveau de cette galerie.

Le puits neuf Combelibert, creusé en 1825, a atteint la grande masse, à 66 mètres, et les bâ-

tardées à 103 mètres. Les couches y sont très-accidentées. Il a été abandonné en 1833. On y a fait, en 1838, quelques travaux de recherche qui n'ont eu aucun résultat.

Le puits Laurent, ouvert en 1806, a traversé la grande couche à 90 mètres, et la bâtarde à 120 mètres. Abandonné depuis 1819. La grande couche se coupe à peu de distance, à l'Est de ce puits.

Le puits Dumas date de 1788, et a rencontré la grande masse à 97 mètres, et les bâtardes à 120 mètres. Un embranchement de la grande galerie d'écoulement asséchait naturellement les travaux de la première couche, et recevait les eaux des travaux de la seconde, qu'on élevait seulement jusqu'à lui. Ce puits a été alternativement suspendu et remis en activité à différentes époques. Les travaux de la bâtarde sont abandonnés depuis 1815. On a quelque peu exploité le banc de la grande couche, jusqu'en 1839. Le puits Dumas est en communication avec les puits Laurent et Ferdinand, par les couches inférieures, et avec tous les autres puits de la concession, par la grande masse.

Le puits Ferdinand (1811) a traversé la grande couche à 94 mètres, et les bâtardes à 125 mètres. Ces dernières sont inondées depuis 1815. Le banc de la grande masse a été l'objet d'une exploitation peu régulière, comme au puits précédent.

Le puits neuf Duroseil (1798) traverse la principale couche, à 90 mètres, et les bâtardes à 118 mètres. On n'y a fait, depuis 1820, que quelques glanages dans le banc.

Le puits de la Compagnie (1786) a rencontré la grande couche à 104 mètres, et les bâtardes à 132 mètres. La galerie d'écoulement passe sous

ce puits. Depuis 1815, date de l'abandon des bâtardes, on a seulement glané dans la partie inférieure de la grande masse, surtout lorsque le charbon devenait rare.

Les puits Coste, Bonnard, des Pauvres et Saint-Pierre sont en partie comblés. Les trois premiers sont antérieurs à 1800 et n'ont été creusés que jusqu'à la grande couche. Quant au quatrième, il date de 1815, et a atteint les bâtardes.

La petite mine de la Découverte n'est guère exploitable qu'aux puits Neuf et de la Compagnie. Quant à la grande masse, elle existe dans toute la concession des Grandes-Flaches; mais elle se perd au Nord, à l'Est et à l'Ouest, et elle est séparée au Sud par une faille des mines de Montjoint et Chantegraine. La puissance de cette couche est de 3 mètres, y compris le banc. La houille qu'elle fournit est bonne pour le chauffage domestique; mais elle est pour ainsi dire épuisée. Cependant il est possible qu'elle présente encore quelques ressources au Sud, dans le terrain inexploré qui touche à la concession de la Verrerie. Il reste encore un peu de houille à extraire dans les deux bâtardes, qui sont séparées par un banc de manifère d'une épaisseur de 3 mètres. La bourrue est presque intacte, mais son charbon est de très-médiocre qualité. La galerie d'écoulement débite journellement en temps de sécheresse 3.000 hectolitres d'eau. Ce chiffre est le résultat de jaugeages qui ont été opérés en 1837 et 1838. On pourrait assécher les couches inférieures au moyen d'une pompe qui serait établie dans le puits le plus profond et qui élèverait l'eau jusqu'à la galerie d'écoulement.

Depuis peu les concessions des Grandes-Flaches,

de la Catonnière, de Montbressieux et de la Pomme, sont réunies entre les mains des mêmes exploitants; circonstance qui tendra à simplifier beaucoup le mode d'épuisement de ces diverses mines et à abaisser le prix de revient de la houille, en permettant d'exploiter sur une plus grande échelle.

CONCESSION DE LA CATONNIÈRE (21 hectares).

Décret impérial du 7 octobre 1810. — *Concess.* : M. DUGAS.

Cette concession est perforée d'une multitude d'anciens puits qui ont été foncés au Nord et au Nord-Est sur les affleurements.

Deux champs d'exploitation :

1° Exploitants : MM. Dugas frères.

Le puits neuf du Cerisier (1807) traverse la petite mine de la Découverte à 86 mètres, la grande couche à 97 mètres, les bâtardes à 115 mètres, et la bourrue à 127 mètres. Il n'y tombe point d'eau. En chômage depuis 1841.

Le puits vieux du Cerisier (1800) a rencontré la petite mine à 95 mètres, la grande masse à 103 mètres, et les bâtardes à 121 mètres. Il n'a pas été creusé jusqu'à la bourrue. Les travaux des bâtardes sont inondés depuis 1816. On n'a plus exploité depuis lors que le banc de la grande couche et la petite mine.

Le puits du Replat (1811) est tombé sur un bouleversement. Deux percées à travers bancs, situées à 77 mètres et à 88 mètres du jour, conduisent l'une à la bâtarde, l'autre à la bourrue. La galerie d'écoulement des Grandes-Flaches passe près de ce puits à 27 mètres de profondeur. Abandonné en 1839.

Le puits Faure (1800) a atteint la grande masse à 105 mètres. Abandonné en 1828. La galerie d'écoulement passe sous ce puits à peu près au niveau de la grande couche.

Le puits Saint-Bruno (1834) traverse la bâtarde à 70 mètres et la bourrue à 87 mètres. Ces couches sont entièrement épuisées. Abandonné depuis 1840.

Le puits des Durantières (1806) n'a été creusé que jusqu'aux bâtardes, qu'il a rencontrées à 62 mètres. Abandonné depuis 1810. Sa proximité du puits Saint-Bruno s'oppose à ce qu'il soit remis en activité, à cause des frais considérables que nécessiterait l'exploitation.

Les puits du Noyer, du Flachet et Chambeyron, datent de 1780 et ont environ 50 mètres de profondeur jusqu'à la couche bâtarde. L'extraction y a été suspendue en 1802, puis reprise en 1820, et enfin abandonnée en 1824. La bourrue pourrait encore y être exploitée si les transports n'étaient pas si coûteux.

2° Exploitants : MM. Bonnard, Revol et C<sup>ie</sup>.

Le puits de la Grande-Borne (1776) a traversé la grande couche à 88 mètres et les bâtardes à 106 mètres. Il n'a pas été foncé jusqu'à la bourrue; on l'a abandonné en 1817. La galerie des Grandes-Flaches servait à l'écoulement des eaux à l'aide d'un embranchement.

Le puits Buer est abandonné depuis 1820. Il a rencontré la grande masse à 78 mètres, les bâtardes à 83 mètres, et la bourrue à 112 mètres.

Le puits neuf Buer ou Grange-Blanche a traversé les mêmes couches à peu près aux mêmes profondeurs que le précédent. Il a été mis en chômage en 1823.

Toutes les couches de houille qui existent dans la concession des Grandes-Flaches se retrouvent dans celle de la Catonnière ; mais la grande masse ne s'étend pas sur toute la superficie de ce dernier périmètre ; elle se perd au Nord entre les puits Faure et du Replat, et à l'Ouest près des anciens puits de la Videlle et des Amandiers. Cette couche n'existe donc qu'au midi sur une surface égale au quart environ de celle de la concession. Elle est maintenant complètement épuisée. Quant aux bâtardes, elles offrent encore quelques ressources aux puits vieux du Cerisier, Faure et Buer. Enfin la bourrue est presque intacte.

Ces couches sont généralement peu inclinées et sont affectées de nombreux accidents. On les a exploitées anciennement par piliers et galeries, faute de connaître le système des grandes tailles, qui aurait pu s'y appliquer avantageusement.

La galerie dite des Grandes-Flaches sert à l'écoulement naturel des eaux qui affluent dans les travaux situés au-dessus de cette galerie. On desséchait autrefois les chantiers inférieurs en élevant l'eau qui s'y répandait jusqu'au niveau de la galerie d'écoulement.

Les travaux nécessaires pour l'assèchement des mines de la Catonnière s'exécuteront dans la concession des Grandes-Flaches, où les couches forment un léger bas-fond.

Les travaux du puits vieux du Cerisier sont ouverts dans la petite mine de la Découverte, qui a environ 1 mètre de puissance et qui est divisée en deux parties à peu près égales par un lit de schiste de 0<sup>m</sup>,20 d'épaisseur. Pour abattre la houille on fait un havage dans ce schiste et on provoque l'éboulement du toit ; puis on en-

lève à l'aide de coins la partie inférieure de la couche. L'exploitation a lieu d'ailleurs par grandes tailles et remblais. L'aérage s'opère du puits vieux au puits neuf. On extrait par jour 100 hectolitres de charbon, qui renferme beaucoup de schiste en mélange. On ne l'exploite il est vrai que pendant l'hiver pour le chauffage domestique.

CONCESSION DE MONTBRESSIEUX (50 hectares).

Ordonn. du 26 octobre 1825. — *Concess.* : MM. BÉTHENOD et Comp.

Les puits visibles au jour sont ceux dits : des Limites, des Bruyères, du Rocher, grand puits Bel-Air, petit puits Bel-Air, Saint-Joseph, Saint-Antoine ou des Alouettes, Sainte-Mélanie, Bethenod, Jamen, Chambeyron et Bressieux. La plupart d'entre eux sont en chômage.

Le puits des Limites (1800) a servi à l'exploitation des bâtardes, au moyen d'une percée prise au niveau de la grande galerie d'écoulement à 92 mètres de profondeur. On l'a approfondi en 1822, et on a découvert la bourrue par une galerie au rocher ouverte à 109 mètres du jour. Ce puits a été abandonné en 1826.

Le puits des Bruyères (1798), situé en dehors de la grande couche, a atteint les bâtardes à 115 mètres, et la bourrue à 145 mètres. Il a été suspendu en 1806, puis remis en activité de 1821 à 1839, époque à laquelle il a été définitivement abandonné par suite de l'abondance des eaux qu'il fallait élever à l'aide d'une machine à vapeur.

Le puits du Rocher (1795) était compris dans le même champ d'exploitation que le puits des Bruyères, et a été abandonné comme ce dernier en 1839. Il traverse les bâtardes à 107 mètres, et la bourrue à 131 mètres.

Le puits Belair a rencontré les bâtardes à 87 mètres, et la bourrue à 120 mètres du jour. Les travaux d'extraction y ont été suspendus en 1832. Ce puits communiquait avec le puits du Rocher par la bâtarde supérieure.

Le petit puits Belair, foncé vers 1780, a rencontré des couches très-accidentées, dites *Sauvages*, à une profondeur d'environ 40 mètres. Il n'a jamais donné lieu à aucune extraction régulière.

Le puits Saint-Joseph (1839) a atteint les bâtardes, en 1841, à 70 mètres, et la bourrue, à la fin de 1842, à 96 mètres. Les travaux entrepris dans les bâtardes n'ont pas tardé à rencontrer ceux des puits Pugnet et Trémolin, situés dans la concession voisine. Pour se débarrasser des eaux, on a fait une galerie descendante vers le puits Belair où elles s'écoulaient, pour se rendre dans la galerie des Grandes-Flaches par les puits du Rocher, des Bruyères et des Limites.

Le puits Saint-Antoine (1830) traverse la *Sauvage*, ou les bâtardes disloquées, à 122 mètres, et la bourrue à 161 mètres. Suspendu en 1838, il a été repris en 1842. On s'avancait vers l'Est dans la bourrue, lorsqu'on rencontra une faille au delà de laquelle on reconnut la deuxième bâtarde presque au même niveau que la couche inférieure. Cette bâtarde, dont la puissance était de 1<sup>m</sup>,50, penchait d'abord insensiblement du côté du puits Sainte-Mélanie, puis elle présenta tout à coup une rampe de 45 degrés, et enfin elle finit par se redresser verticalement en conservant toujours la même épaisseur (*Annales des mines*, 1<sup>re</sup> livraison 1845, fig. 11, Pl. II). On a établi récemment entre les deux puits Saint-Antoine et Sainte-

Mélanie, une communication par cette couche qui devenait indispensable pour le bon aérage des deux mines et pour la sûreté des ouvriers. Le puits Saint-Antoine est situé dans le voisinage du puits Bethenod qui est inondé depuis plus de vingt-cinq ans. On doit redouter les eaux qui remplissent les anciens travaux de ce dernier puits dont on ne possède aucun plan.

Le puits Sainte-Mélanie (1837) a atteint la bâtarde inférieure à 145 mètres, et n'a pas été creusé au delà. La bâtarde supérieure n'a que 0<sup>m</sup>,40 d'épaisseur et, par suite, ne peut être exploitée qu'à une faible distance du puits à cause de la difficulté du roulage. Le massif qui sépare les travaux du puits Sainte-Mélanie de ceux du puits Bressieux laissant filtrer l'eau, quoique son épaisseur soit assez considérable, il sera prudent de le respecter.

Le puits Bethenod (1811) n'a traversé que les bâtardes à 78 mètres du jour. Ce puits, qui est submergé depuis longtemps, pourrait être repris et foncé jusqu'à la bourrue. Il communiquait avec le puits Pugnet (concession de Trémolin) pour l'aérage.

Le puits Jamen (1811) a 116 mètres de profondeur jusqu'à la grande masse, dont la puissance est de 1<sup>m</sup>,50, mais qui est très-mélangée de schiste. Ce puits n'était desservi que par un manège. Il a été abandonné en 1816 à cause des eaux.

Le puits Chambeyron (1809) a rencontré la grande couche à 107 mètres. Il a été inondé en même temps que le puits Jamen, avec lequel il communique. Le puits Belingard (1792), qui se trouve à la limite des trois concessions de Montbressieux, de la Pomme et des Grandes-Flaches, traverse la grande couche à 100 mètres et les bâ-

tardes à 136 mètres. Il n'a pas été foncé jusqu'à la bourrue. Ce puits est en relation avec les fosses voisines par la grande masse, et avec les puits Laurent et Ferdinand par les bâtardes. Il est inondé depuis 1839.

Le puits Bressieux (1795) n'a été foncé que jusqu'à la bâtarde, qu'il a rencontrée à 50 mètres de profondeur. Il communique avec divers anciens puits situés dans le voisinage des affleurements. Ce puits était abandonné depuis longtemps. On l'avait repris en 1841 pour le mettre en communication avec le puits Sainte-Mélanie; mais on ne l'a pas fait dans la crainte d'introduire une trop grande masse d'eau dans ce dernier.

Il paraît que la grande couche ne se termine pas brusquement dans la concession de Montbressieux. Elle diminuerait successivement de puissance, à partir des puits Belingard, Ferdinand et Faure. On y aurait même fait des galeries de reconnaissance, vers le Nord, au puits Ferdinand, et on l'aurait suivie jusqu'à ce qu'elle fût devenue tout à fait inexploitable et n'eût plus présenté qu'une épaisseur égale à 0<sup>m</sup>,50 de charbon pierreux.

Les bâtardes ont en général un mètre de puissance chacune et sont presque horizontales. On les a exploitées au puits des Bruyères jusque sous le point culminant de la montagne où elles se trouvent coupées par une faille qui semble les relever à l'Est. Au delà de cette faille qui a sa direction N.O.-S.E., et qui traverse les concessions de Montbressieux et de la Pomme, la bâtarde supérieure n'a plus que 0<sup>m</sup>,40 à 0<sup>m</sup>,50 de puissance. L'allure de la bourrue est semblable à celle des bâtardes.

La grande couche est épuisée dans la concession de Montbressieux; mais il reste encore des massifs à exploiter dans les bâtardes, et la bourrue est presque vierge.

Pour assécher les mines inondées de Montbressieux, on pourrait placer une pompe au puits Jamen qu'on creuserait jusqu'à la bourrue. Ce puits est en effet l'un des plus profonds du bassin des Grandes-Flaches.

Il tombe journellement au puits Sainte-Mélanie 300 hectolitres d'eau et 150 au puits Saint-Antoine; au total 450 hectolitres.

Cette concession est désavantageusement placée relativement aux transports.

..... Les travaux du puits Saint-Antoine portent uniquement sur la bâtarde inférieure. Ce puits a rencontré, à 122 mètres du jour, une couche peu épaisse, très-mélangée de nerfs, et à laquelle les mineurs donnent le nom de *Sauvage*; mais il est probable que cette couche n'est autre que les deux bâtardes réunies dont la puissance en ce point serait réduite à environ 1 mètre. On pénètre dans la bâtarde inférieure par une galerie au rocher pratiquée au toit de la bourrue. Cette galerie, qui recoupe cette dernière mine à quelques mètres de son entrée, a fait reconnaître la bâtarde en aval d'un crin dirigé à peu près du Nord au Sud. C'est probablement ce crin qui change l'allure des couches. On s'occupait de creuser une galerie dans la deuxième bâtarde pour établir une communication entre les puits Saint-Antoine et Sainte-Mélanie, qui ne sont que très-mal aérés au moyen de caisses dans lesquelles on refoule de l'air à l'aide d'un ventilateur.

Les travaux du puits Sainte-Mélanie portent en

Procès-verbal de  
visite du 23 no-  
vembre 1842.

même temps sur les deux bâtardes. Au puits Saint-Joseph, ces deux couches, qui ont chacune 1 mètre de puissance, sont séparées par un banc de rocher de 2 à 3 mètres d'épaisseur. Les travaux faits à ce dernier puits ont pénétré dans l'ancienne exploitation de Trémolin, qui donne environ 600 hectolitres d'eau en 24 heures. Cette eau s'écoule au puits Belair, et se déverse dans la galerie des grandes Flaches.

Procès-verbal de  
visite du 19 dé-  
cembre 1843.

..... La bâtarde supérieure a 0<sup>m</sup>,40 d'épaisseur au puits Sainte-Mélanie; son toit est très-solide, sans quoi elle serait inexploitable. Elle est sujette à des étranglements fréquents, près desquels on remarque des gonflements, qui portent son épaisseur jusqu'à 1<sup>m</sup>,50. Cette couche est exploitée par grandes tailles, et les ouvriers sont à prix fait. On donne à l'entrepreneur 2 fr. 25 c. par benne de 4 hectolitres. L'extraction journalière est de 28 bennes.

Une galerie au rocher, inclinée, partant de la première bâtarde, conduit dans les travaux de la bâtarde inférieure, qu'on exploite par piliers et galeries. Les piliers ont 6 mètres de largeur sur 40 de longueur et sont espacés de 4 mètres. On fait de chaque côté du chemin de roulage des murs solides au delà desquels on laisse ébouler le toit. L'extraction journalière dans cette couche est de 50 bennes de 4 hectolitres.

Les travaux du puits Sainte-Mélanie communiquent, depuis le 11 mars, avec ceux du puits Saint-Antoine, par un faux puits de 50 mètres, creusé dans la bâtarde. Ce faux puits ne sert qu'à l'aérage qui a lieu du premier au deuxième puits.

J'ai visité au puits Saint-Antoine un chantier de la bâtarde, où cette couche était recouverte par

elle-même sur un intervalle de 4 mètres (*Annales des Mines*, 1<sup>re</sup> livraison 1845; fig. 13, pl. II).

On extrait journallement au puits Saint-Antoine 60 bennes de 4 hectolitres, dont 1/3 de gros. On élève en outre 15 bennes d'eau.

Les travaux du puits Saint-Joseph sont ouverts dans la bâtarde et dans la bourrue. Le toit de cette dernière couche est très-ébouleux. Les piqueurs sont eux-mêmes entrepreneurs et reçoivent 1 fr. 10 c. par benne de Pérat, et 0 fr. 30 c. par benne de menu. Chaque benne contient 3 hectolitres. Ils sont chargés en même temps du trainage et de l'entretien des galeries. Un piqueur abat dans sa journée 18 hectolitres de houille. L'air entre par le puits Saint-Joseph. Une porte établie à l'entrée de la bâtarde le force à descendre dans les travaux de la bourrue, puis il remonte dans la bâtarde par des caisses qui débouchent derrière ladite porte, et s'échappe par le puits Pugnet, de la concession de Trémolin.

#### CONCESSION DE LA POMME (70 hectares).

Ordonn. du 16 octobre 1825. — *Concess.* : MM. GAUTHIER et Comp.

Ont été creusés dans cette concession les puits Saint-Jean, du Télégraphe, Gagnières, Mathevon, de l'Union, Brossy, Saint-Dominique, Saint-Charles, Mondocien, Saint-Claude et Saint-Victor, sans compter plusieurs anciens petits puits voisins des affleurements, qui sont comblés depuis longtemps. Tous ces puits sont actuellement inondés. Aucun d'eux n'a traversé la grande couche, qui cependant existe au Sud-Est dans une petite partie du territoire de la Pomme, mais qui a été exploitée par les puits Laurent et Belingard, situés

dans la concession voisine avant que celle de la Pomme ait été instituée.

Le puits Saint-Jean (1812) a traversé à 54 mètres une couche de houille de 1<sup>m</sup>,20 de puissance et à 87 mètres une seconde couche de même épaisseur, mais d'une qualité inférieure. Il est probable que ces deux couches ne sont autres que la batarde et la bourrue. On a continué le creusement du puits dans le but de rechercher de nouveaux gîtes; mais, à 90 mètres, on a rencontré le schiste micacé primitif. Le puits Saint-Jean a servi à l'extraction de la houille jusqu'en 1829. On l'a remis en activité en 1837, seulement pendant quelques mois, et on l'a enfin abandonné.

Le puits du Télégraphe (1813) a atteint la batarde à 85 mètres. Il a suivi les mêmes phases que le précédent, avec lequel il communique.

Le puits Gagnières (1811) est situé près du ruisseau de Frigerin à peu de distance des affleurements. Il a rencontré à 35 mètres la batarde inférieure, dont l'épaisseur était de 0<sup>m</sup>,50 à 0<sup>m</sup>,60; abandonné depuis 1816.

Le puits Mathevon (1810) a traversé la batarde à 58 mètres, et est resté en activité jusqu'en 1816. On l'a repris en 1827 pour le foncer jusqu'à la bourrue, qui a été atteinte à 94 mètres. Cette couche n'avait qu'une épaisseur de 0<sup>m</sup>,50 à 0<sup>m</sup>,70. On y a fait quelques travaux de reconnaissance et on a abandonné le puits en 1838.

Le puits de l'Union (1837) est tombé sur un crin. Une percée à travers bancs, ouverte à 129 mètres du jour, a rencontré la batarde et la bourrue qui forment presque le prolongement l'une de l'autre. Une assez grande quantité d'eau affluant dans la première couche du côté des an-

ciens travaux du puits Laurent, a amené son abandon en 1840. Ce puits ne communique avec aucun autre.

Le puits Brossy a été creusé à peu près en même temps que le puits Belingard. Il a traversé la batarde à 102 mètres. On a fait, dit-on, quelques travaux dans cette couche en 1827; mais il n'existe pas de données bien certaines sur cette fosse.

Le puits Saint-Dominique (1829) a atteint la batarde à 84 mètres et la bourrue à 125 mètres; ces deux couches ont été l'objet d'une exploitation assez active pendant quelques années; mais les travaux s'étant approchés de ceux du puits Laurent, il arriva dans la mine un volume d'eau considérable qui força de suspendre l'extraction en 1834. Ce puits était desservi par une machine à chevaux.

Le puits Saint-Victor (1827) a rencontré la bourrue à 114 mètres. Il a été mis en chômage en même temps que le puits Saint-Dominique, avec lequel il est en communication.

Le puits Saint-Charles, creusé vers 1830, a traversé la bourrue à environ 100 mètres; abandonné en 1833.

Le puits Mondocien (1838) a atteint à 33 mètres du jour les deux batarde bien caractérisées. Elles ont chacune 0<sup>m</sup>,70 à 0<sup>m</sup>,80 de puissance, mais seulement dans un petit rayon; car, à très-peu de distance du puits, la batarde supérieure devient inexploitable. En chômage depuis 1839.

Le puits Saint-Claude (1827) a rencontré la couche inférieure à une profondeur d'environ 100 mètres. Il n'a été en activité que pendant trois ou quatre ans.

Il reste à extraire par les divers puits de la concession de la Pomme, des massifs de houille laissés dans les bâtardes et surtout dans la bourrue. La partie Nord-Est de cette concession, voisine de celle de Montbressieux, est à peu près vierge.

CONCESSION DE TRÉMOLIN (24 hectares).

Ordonn. du 16 octobre 1825. — *Concess.* : MM. DUGAS et Comp.

Cette concession, qui touche à la limite Nord-Ouest du terrain houiller, est très-peu importante. On n'y a pas fait de travaux depuis au moins trente ans.

Deux puits sont encore visibles à la surface : ce sont les puits Pugnet et Trémolin ; un troisième puits existe aussi à l'affleurement de la bourrue. Ce dernier a été creusé en 1839, mais il est tombé sur d'anciens travaux et a été abandonné presque immédiatement.

Le puits Pugnet (1785) a 39 mètres de profondeur jusqu'à la bâtarde, et n'a pas été creusé au-delà. Il servait en 1812 à l'aérage des travaux du puits Béthenod (concession de Montbressieux).

Le puits Trémolin date de la même époque que le précédent, et a traversé la bâtarde à peu près à la même profondeur.

Les travaux du puits Saint-Joseph ayant rencontré en 1841 les anciens chantiers du puits Pugnet, ceux-ci se sont trouvés naturellement asséchés comme nous l'avons déjà dit (*voir* la concession de Montbressieux).

Cette concession est en partie stérile ; les couches inférieures existent seulement à une faible profondeur le long de la limite Est, où elles n'offrent que de faibles ressources.

CONCESSION DE FRIGERIN (35 hectares).

Ordonn. du 26 octobre 1825. — *Concess.* : MM. BÉTHENOD et Comp.

Les travaux de Frigerin sont dirigés dans la bourrue et dans la bâtarde inférieure. La première bâtarde, n'ayant plus que 0<sup>m</sup>,40 à 0<sup>m</sup>,50 d'épaisseur en amont du crin qui traverse les concessions de la Pomme et de Montbressieux, devient par suite inexploitable.

Les puits Sainte-Marie, Saint-Esprit et Saint-Jean sont ouverts dans cette concession.

Le puits Sainte-Marie (1830) a atteint la bâtarde inférieure à 60 mètres et la bourrue à 92 mètres. On l'a abandonné en 1839 après avoir épuisé tout le charbon qui pouvait y être extrait. Il communique par la bâtarde avec les deux autres puits.

Le puits Saint-Esprit (1833) traverse la bâtarde à 95 mètres et la bourrue à 120 mètres. Ces deux couches ont été exploitées régulièrement depuis 1836. Les travaux de la bourrue sont aérés au moyen de caisses, qui prennent l'air au niveau de la bâtarde et le transportent dans la bourrue. L'air remonte ensuite à l'entrée supérieure et s'échappe par le puits Saint-Jean. Ce système d'aérage est mal conçu ; il vaudrait mieux que tout le volume d'air entrant par le puits descendît immédiatement jusqu'à la bourrue, et remontât dans la couche supérieure au moyen de caisses bien établies entre les deux entrées.

Le puits Saint-Jean (1821) a d'abord été foncé jusqu'à 90 mètres, profondeur à laquelle une source abondante força d'interrompre le creusement. Une machine à haute pression y fut placée

en 1836 et permit de continuer le fonçage. On rencontra bientôt la batarde à 118 mètres; mais la trop grande affluence d'eau empêcha de le creuser jusqu'à la bourrue. Les travaux du puits Saint-Jean portent donc uniquement sur la batarde. On a bien essayé d'exploiter la batarde supérieure, qui a environ 0<sup>m</sup>,40 de puissance; mais les dépenses étant supérieures aux produits, on a été forcé d'y renoncer.

Les couches semblent former un bas-fond au Nord du puits Saint-Esprit pour se relever ensuite au jour; on les exploite par la méthode des grandes tailles. Les chantiers ont de 8 à 15 mètres de largeur et présentent un front circulaire qui rend l'abatage plus facile. Il suffit d'opérer un déchambage à la partie inférieure de la couche, et de provoquer ensuite la chute du charbon à l'aide de coins de fer ou de coups de poudre. On évite ainsi de pratiquer des entailles verticales dans la houille, et on fait plus de pérats. Les débris du toit servent à remblayer une partie des vides, surtout à proximité des voies de roulage, qu'on soutient au moyen de murs solides. Depuis 1841, le transport souterrain s'effectue dans la bourrue par des ânes, qui traînent chacun une benne de 2 hectolitres dans des galeries de 1<sup>m</sup>,10 de hauteur. Ces animaux sont très-sobres; ils résistent aussi très-bien, et il serait à désirer qu'on les employât dans les batarde des grandes mines, où ils rendraient beaucoup de services.

Le champ d'exploitation des puits Saint-Jean et Saint-Esprit, est presque entièrement épuisé au Sud. L'avenir de la concession de Frigerin ne consiste donc que dans la partie vierge qui existe au Nord desdits puits, et où l'on pourra creuser encore trois nouvelles fosses.

La machine à vapeur établie au puits Saint-Jean, élève en 24 heures 700 hectolitres d'eau, dont la majeure partie tombe en nappe dans le puits, et provient de la source dont nous avons parlé. Il en vient aussi une certaine quantité des puits Sainte-Marie et Saint-Esprit, notamment par la couche batarde. Le puisard du puits Saint-Esprit reçoit aussi par jour environ 70 hectolitres d'eau qu'on élève dans des bennes avec une machine à chevaux qui s'y trouve placée. La quantité d'eau qui afflue dans les mines de Frigerin, est susceptible de s'accroître, lorsque les travaux de Combe-Plaine seront abandonnés. En effet l'investiture qui existe le long de la limite Est, de la concession de Frigerin, n'étant pas suffisante pour contenir les eaux qui s'amasseront dans les mines de Combe-Plaine, celles-ci devront nécessairement s'infiltrer à Frigerin. Il est donc de la plus haute importance de laisser subsister une forte barrière entre les travaux actuels, ouverts dans cette concession, et ceux qui restent à exécuter.

..... Le toit de la bourrue est assez solide; on le soutient avec des étais, et on ne remblaie que le long des galeries de roulage. On enlève seulement une certaine épaisseur de schiste au toit de ces galeries, pour faire des murs de soutènement et pour faciliter le passage des ânes employés aux travaux souterrains. Le toit de la batarde est plus éboulé; mais on parvient à le soutenir avec des étais, ou bien on sépare très-nettement le schiste du charbon, quand celui-ci entraîne avec lui le toit dans sa chute.

L'eau qui afflue au puits Saint-Jean est élevée dans des bennes de 10 hectolitres.

J'ai eu occasion d'examiner, dans cette visite,

Procès-verbal de  
visite du 9 juillet  
1842.

un prêle fossile d'environ 0<sup>m</sup>,75 de diamètre intercalé entre les bâtarde, perpendiculairement à ces deux couches, et dont la surface est recouverte d'une mince pellicule de charbon.

Procès-verbal de  
visite du 22 juin  
1843.

Les travaux de la bourrue sont inondés. La bâtarde inférieure, dont la puissance est de 0<sup>m</sup>,80, plonge assez rapidement vers le Nord. L'eau qui afflue dans la partie basse de la mine, gêne beaucoup les travaux. Il serait convenable de battre en retraite, en remontant vers le puits Saint-Esprit. On laisserait ainsi dans l'aval-pendage des couches, un massif intact qui servirait de digue protectrice contre l'irruption des eaux, dans les nouveaux champs d'exploitation qui seront ouverts plus tard dans cette localité.

La bourrue est toujours inondée.

L'extraction journalière s'élève, au puits du Saint-Esprit, à 45 bennes de 4 hectolitres, soit 180 hectolitres.

#### CONCESSION DE COMBE-PLAINE (98 hectares).

Ordonn. du 16 octobre 1825. — *Concess.* : MM. MADIGNIER et Comp.

Trois couches sont exploitées dans la concession de Combe-Plaine; ce sont la bâtarde inférieure, la bourrue et celle dite Gentille.

Deux champs d'exploitation :

1<sup>o</sup> Exploitant : M. Bonnard.

Puits de l'Espérance, Saint-Martial et Saint-Pierre. Ces trois puits ont été creusés depuis 1834, et sont actuellement épuisés, à l'exception du puits Saint-Pierre, qui est le seul en activité.

Le puits de l'Espérance traverse la bâtarde, à 59 mètres, et la bourrue à 91 mètres. Quelques chantiers se sont avancés dans la première couche, vers le ruisseau de Frigerin. Il s'y infiltrait

une petite quantité d'eau, venant d'anciens puits creusés jadis sur la rive droite de ce ruisseau.

Le puits Saint-Martial a 31 mètres de profondeur, jusqu'à la bâtarde. Il n'a pas été foncé jusqu'à la bourrue, qui a été entièrement enlevée par le puits de l'Espérance.

Le puits Saint-Pierre a rencontré la bâtarde à 102 mètres, et la bourrue à 114 mètres; c'est le plus profond. Il communique par la bâtarde, avec le puits Saint-Constant, et par la bourrue, avec celui de l'Espérance.

2<sup>o</sup> Exploitants : Dépôlis, Maigre et C<sup>ie</sup>.

Puits Boisforest, Saint-Constant, Déplaudé; fendue des Bruyères.

Le puits Boisforest est le seul qui soit en chômage. Il date de 1833, et a traversé la Gentille à 44 mètres. Le schiste primitif a été atteint à 60 mètres de profondeur.

Le puits Saint-Constant (1837) a découvert la bâtarde à 22 mètres, et la bourrue à 64 mètres; ces deux couches ont été exploitées jusqu'à ce jour.

Le puits Déplaudé a au moins 40 ans de date. Il a rencontré la Gentille à 42 mètres du sol. Ce puits, qui était abandonné depuis longtemps, a été remis en activité en 1842. Un incendie s'y est déclaré à la fin de l'année, et a entraîné la fermeture d'une partie des travaux.

La fendue des Bruyères a été ouverte au commencement de l'été de 1842, dans l'affleurement de la bâtarde qui incline de 45 degrés vers le Nord-Ouest. Elle a un développement d'environ 60 mètres. Les chantiers qu'on a ouverts sur la droite, laissent suinter une quantité d'eau notable, qui annonce la proximité d'anciens travaux inondés. Ceux qu'on a pratiqués à gauche ont été arrêtés par

une faille. Il serait nécessaire de creuser à une certaine distance de l'affleurement, un puits qu'on mettrait en communication avec la fendue. Ce puits est indispensable, dans l'intérêt du bon aérage et de la sûreté des ouvriers, et il aiderait à reconnaître l'allure de la couche dans son aval-pendage. La batarde et la bourrue affleurent, dans la concession de Combe-Plaine, suivant une ligne dirigée du Sud quelques degrés Ouest, au Nord quelques degrés Est; elles plongent sous la montagne et se relèvent au Nord. La Gentille affleure à l'Est des autres couches; mais elle ne présente pas la même inclinaison que la batarde et la bourrue, et paraît pencher en sens contraire, c'est-à-dire au Sud-Est. Cette couche a de 2 à 3 mètres de puissance, et renferme peut-être moitié schiste. Son charbon est très-pyriteux, et le menu peut s'enflammer facilement, s'il reste pendant quelque temps en tas. Quant à la batarde, dont l'épaisseur est de 0<sup>m</sup>,50 à 0<sup>m</sup>,80, elle fournit une houille assez bonne pour le chauffage domestique. Le charbon de la bourrue est d'une qualité bien inférieure à celui de la batarde.

Les ressources de cette concession sont concentrées au Nord-Ouest où on pourra encore forcer deux nouveaux puits.

... Le puits Déplade a 44 mètres de profondeur jusqu'à l'entrée d'une galerie à travers bancs qui va rejoindre la Gentille. Le peu de solidité du toit ne permet pas de faire de grandes tailles. On ouvre, suivant la pente et la direction de la couche, des galeries de 2 à 3 mètres de largeur, laissant entre elles des piliers de 8 à 10 mètres de côté. On remblaie ces galeries de chaque côté de manière à ne laisser que l'espace nécessaire

Procès-verbal de  
visite du 11 avril  
1842.

pour le passage des traîneurs, puis on dépèle par viailles et remblais. Ces derniers sont fournis par les matières stériles intercalées au milieu de la houille. On est obligé de laisser au faite des galeries une épaisseur de 0<sup>m</sup>,40 à 0<sup>m</sup>,50 de charbon pour soutenir le toit qui est composé de schiste très-ébouleux. Un puits d'aérage est creusé près de l'affleurement, et a 16 mètres de profondeur, jusqu'à la couche. Lorsque le vent du Nord souffle, l'air entre par ce dernier puits, et le contraire a lieu quand le vent vient du Midi.

... La bourrue a de 0<sup>m</sup>,60 à 0<sup>m</sup>,90 d'épaisseur au puits Saint-Pierre; on l'exploite par grandes tailles. Les chantiers ont de 8 à 12 mètres de largeur et sont séparés par de faibles piliers qu'on enlève ensuite en battant en retraite. L'abatage s'opère comme à l'ordinaire. Tout le schiste du toit tombe en même temps que le charbon dont on le sépare immédiatement pour remblayer derrière soi. L'avancement journalier est d'environ 0<sup>m</sup>,70.

Procès-verbal de  
visite du 24 mai  
1842.

La batarde renferme moins de matières stériles en mélange que la bourrue. On l'exploite de la même manière que celle-ci, si ce n'est qu'on ne fait pas tomber le schiste du toit qui donnerait trop de remblais. On le soutient, au contraire, avec des étais et on ne provoque sa chute qu'au faite des galeries de roulage pour remblayer le long de ces galeries du côté opposé à la pile sur une profondeur d'environ 0<sup>m</sup>,60.

Le puits Saint-Pierre traverse à 10 mètres au-dessus de la batarde une petite veine de charbon de 4 à 5 centimètres d'épaisseur, qui, suivant toute probabilité, représente la batarde supérieure. L'extraction journalière est de 240 hectolitres. On

donne aux piqueurs 3 fr. par benne de pérat d'une contenance de 5 hectolitres 1/2.

L'aérage a lieu dans les travaux de la bourruie du puits de l'Espérance au puits Saint-Pierre et dans la bâtarde de ce dernier au puits Saint-Constant. La galerie qui met en communication les deux puits de l'Espérance et Saint-Pierre amène environ 100 hectolitres d'eau en 24 heures à ce dernier point.

#### CONCESSION DE TARTARAS (5.130 hectares).

Décret impérial du 8 août 1808. — *Concess.* : MM. MALASSAGNY et Comp.

Cette vaste concession dans laquelle le territoire houiller n'occupe qu'une très-petite surface, n'a pas été explorée sur tous les points. On y distingue trois champs d'exploitation :

1° Celui des Chantières est situé au Sud-Ouest de Tartaras. On n'y a fait que des travaux peu importants si l'on en juge par la profondeur des puits qui n'excédait pas 25 mètres. La couche avait 2 à 3 mètres de puissance et était très-mélangée de gore. Abandonné depuis 1828.

2° Le champ d'exploitation du village de Tartaras. On y connaît la houille depuis un siècle. Plusieurs anciens puits sont aujourd'hui comblés, et entre autres le puits Jordans qui, d'après M. Beaunier, datait de 1807, était profond de 34 mètres et servait à l'extraction d'une couche de houille épaisse de 3<sup>m</sup>,2. Il communiquait pour l'aérage avec un puits voisin profond de 20 mètres et datant de 1809. Dans cette localité la couche plongeait vers le Sud-Est, et comme elle se tourmentait beaucoup en profondeur, on avait pensé qu'elle se terminait à peu de distance sans se relever au jour. Cependant le puits Adrien, creusé

en 1839 au Sud des précédents, a atteint à 56 mètres du sol la même couche presque verticale ayant de 6 à 7 mètres d'épaisseur et renfermant beaucoup de schiste en mélange. Les anciens travaux voisins de ce puits ont été percés à la sonde et asséchés par une galerie d'écoulement. Le puits Adrien a été abandonné et comblé en 1843.

3° Le champ d'exploitation de Dargoire est compris dans la vallée de ce nom, qui vient se réunir à celle du Gier en aval du tunnel du canal. Plusieurs puits dont on aperçoit à peine les vestiges remonteraient à une époque très-reculée. Un nouveau puits, nommé Gabriel, a été foncé dans ce territoire en 1841, et a rencontré à 24 mètres de profondeur une couche inclinée vers le Nord-Ouest ayant 7 mètres de puissance. Un second puits a été creusé en 1842 tout près du ruisseau sur la rive droite : c'est le puits Nozange. Les couches de grès étaient d'abord très-régulières, mais à 60 mètres environ on rencontra un terrain tout bouleversé. Le creusement du puits fut suspendu en 1843.

L'exploitation de la houille, à Tartaras, a eu lieu par éboulements. On divisait le massif en piliers étroits par des galeries très-larges; les piliers s'écrasaient sous la pression du toit et fournissaient un mélange de gros et de menu qu'on triait pour extraire ce qu'il y avait de moins mauvais. Le menu renfermait tellement de gore qu'on ne pouvait le vendre à aucun prix. Aujourd'hui on ne peut tirer partie de la mine de Tartaras qu'en suivant le mode d'exploitation par remblais. Les chantiers ne doivent pas avoir plus de 2 à 3 mètres de largeur sur autant de hauteur, autrement il faudrait consommer beaucoup trop de bois pour

soutenir les galeries. Lorsque l'inclinaison de la couche est égale ou supérieure à 30 degrés, on pourrait l'exploiter en travers en partant du point le plus bas et revenant successivement vers le puits en s'élevant sur les remblais.

Les difficultés de transport et le bas prix de la houille ont jadis empêché le développement de l'exploitation de Tartaras; maintenant que la houille est à un prix très-élevé à Rive-de-Gier, cette mine peut donner quelques bénéfices. Le menu ne peut guère servir qu'à la cuisson des briques et de la chaux. Une partie du combustible est vendu sur place pour le chauffage domestique des villages environnants. L'autre partie est dirigée par voitures sur les bords du canal de Givors. Ce transport est encore assez coûteux, quoique la distance à parcourir soit très-petite, à cause de la très-forte pente du chemin qui aboutit au canal.

Il reste encore deux points principaux à explorer dans cette concession, l'un au Sud-Ouest, au territoire des Chantières, l'autre au Nord-Est, de part et d'autre de la vallée de l'Argoire.

Procès-verbal de  
visite du 26 novembre 1842.

..... Le puits Gabriel a 28 mètres de profondeur jusqu'à l'entrée d'une galerie au rocher dirigée contre l'aval-pendage de la couche. Des recherches faites suivant l'inclinaison ont fait reconnaître une faille qui rejette cette couche en profondeur, de sorte qu'on n'a pu exploiter jusqu'à présent qu'en amont du rejet. Des galeries en direction ont été pratiquées à droite et à gauche de l'entrée pour reconnaître l'allure du gîte au Nord-Est et au Sud-Ouest. Ces galeries sont recoupées par d'autres suivant l'inclinaison, et on doit se hâter d'établir entre

ces dernières une nouvelle communication, au moyen d'une coursière située à un niveau supérieur qui débouchera dans le puits par un boyau d'aérage. On a déjà trouvé du grisou au fond d'une de ces galeries en direction. Jusqu'ici l'aérage s'est fait très-mal au moyen de caisses placées dans le puits. Le puisard reçoit environ par 24 heures 100 hectolitres d'eau, qu'on extrait dans des bennes. Le foisonnement est considérable au puits Gabriel; aussi est-il nécessaire de renouveler fréquemment les boisages. L'extraction journalière est de 40 bennes de 3 hectolitres.

## HISTORIQUE

### *Des mines de Rive-de-Gier.*

(SUITE).

Par M. A. MEUGY, ingénieur des mines.

#### *Terrain non concédé entre Rive-de-Gier et Givors.*

Nous terminerons l'historique des mines de Rive-de-Gier, en disant quelques mots des travaux de recherches et d'exploitation qui ont été entrepris dans les terrains non concédés, d'une part entre Rive-de-Gier et Givors, dans le département du Rhône, et d'autre part entre Saint-Chamond et la Grand-Croix.

Quelques exploitations ont été faites il y a une cinquantaine d'années à la Magdeleine, commune de Saint-Maurice, sur la rive gauche du Bozançon, et ont fait reconnaître près du pont jeté sur le ruisseau des lambeaux de houille inexploitable.

Territoire de  
la Magdeleine.

En 1832 les sieurs Perret et Penet firent creuser entre le Bozançon et la route royale le puits dit de la Magdeleine, qui rencontra une couche schisteuse irrégulière à la profondeur de 70 mètres. On y fit quelques travaux de reconnaissance et on abandonna le puits, qui fut repris en 1842. Une galerie d'exploration fut alors dirigée à l'Est, en même temps qu'on creusait un second puits de

l'autre côté de la route; mais ce puits ayant atteint, à 30 mètres du sol, le poudingue de la base du terrain houiller, son creusement a été immédiatement suspendu. On a aussi abandonné les travaux de recherches entrepris au puits de la Magdeleine, par suite de l'irrégularité du gîte houiller.

La couche de houille qui existe dans cette localité a de 1 à 2 mètres de puissance; mais elle est intimement mélangée de schiste, comme à Tartaras, et est sujette à de fréquents accidents. Elle ne pourra donc jamais donner lieu à une exploitation de quelque durée.

Territoire  
de Bernadanche.

Ce territoire fait partie de la commune de Saint-Jean de Toulas, canton de Mornant. Vers la fin du xviii<sup>e</sup> siècle, un nommé Perrichon, mineur de Rive-de-Gier, y creusa près de la maison Bertholon un puits qui rencontra une veine de houille à 30 mètres de profondeur. Ce puits fut abandonné après qu'on en eut extrait quelques centaines d'hectolitres de charbon.

En 1836, lorsque la fièvre des spéculations commençait à échauffer toutes les têtes, les fils du même Perrichon, aidés de quelques associés, creusèrent à l'Est de la dite maison un puits qui ne fit reconnaître que des rochers bouleversés, et qui bientôt fut comblé par un éboulement. On ouvrit alors un nouveau puits et une fendue au Sud-Est de la même maison, qui servait de point de repère, comme étant placée au centre du bassin. Le puits fut abandonné après quelques recherches dans un filon qu'on avait rencontré à 120 mètres, et on dut aussi abandonner la fendue à cause du manque d'air et de quelques infiltrations d'eau. La société Perrichon s'adjoignit en

1839 quelques capitalistes Lyonnais, et fit creuser au Nord un troisième puits de 30 à 40 mètres, où la stratification n'était nullement régulière. On y entreprit une percée à travers bancs, vers le Sud, qui amena bientôt la découverte d'une couche à peu près verticale, dans laquelle on poussa plusieurs galeries en direction et qu'on abandonna ensuite. Enfin, dans l'espoir d'obtenir une concession qu'on demandait depuis trois ans, on fit ouvrir en 1840 un quatrième puits, celui dit du *Châtaignier*, à l'Ouest de la maison Bertholon. Ce puits traversa à 38 mètres du jour un petit amas de houille vertical qui se rattachait au Nord-Ouest à une couche de 0<sup>m</sup>,60 à 0<sup>m</sup>,80. On approfondit le puits jusqu'à 50 mètres, et on fit à cette profondeur une galerie au rocher qui rejoignit la couche; mais celle-ci était coupée par une faille. Deux autres galeries furent pratiquées à 65 mètres du jour sans résultat. En 1842 les travaux étaient dirigés dans l'amont-pendage à 25 mètres du sol, et débouchaient au jour par le puits du *Châtaignier* et par une fendue ouverte à l'affleurement de la couche. On a abandonné cette exploitation en 1843, par suite de la rencontre de vieux travaux.

..... Le puits du *Châtaignier* est foncé sur le versant septentrional de la couche quiaffleure à peu de distance de la maison Bertholon. On a divisé le massif en étages par des galeries en directions, recoupées par d'autres, suivant la pente, et laissant entre elles des piliers de 10 mètres de côté. Quatre chantiers sont ouverts à différentes hauteurs. Il y a environ trois mois, l'aérage était loin d'être satisfaisant; on était obligé de refouler de l'air dans des caisses à l'aide d'un ventilateur

Procès-verbal de  
visite du 20 août  
1842.

qui restait bien souvent inactif, et les travaux souterrains acquérant chaque jour une plus grande étendue, le ventilateur devenait de plus en plus imparfait : c'est alors que nous avons cru devoir faire prolonger jusqu'au jour une des galeries inclinées pratiquées dans la couche, et maintenant un simple foyer, placé à cette entrée, suffit pour déterminer un courant d'air constant dans la mine. On se sert aussi de cette fendue pour transporter à dos d'homme quelques pérats au jour. Quant au menu, on le laisse tomber, par des couloirs, dans les coursières qui aboutissent au puits, et on l'extrait dans des bennes de 2 hectolitres.

Territoire de Saint-Martin de Cornas. Plusieurs puits, dont la profondeur maximum n'excède pas 60 mètres, ont été creusés, il y a environ 50 ans, à 200 mètres au Nord du canal de Givors, dans une petite vallée contiguë à celle du Gier. Ces puits ont rencontré une couche de houille assez schisteuse qui avait, dit-on, une épaisseur de 0<sup>m</sup>,80, et dans laquelle on trouvait des rognons de fer carbonaté lithoïde.

Territoire de Montrond. Le puits de Montrond (1818) a traversé, à 120 mètres du jour, une couche de houille de 1<sup>m</sup>,80 de puissance. Cette couche était très-irrégulière. Après y avoir fait quelques travaux, on approfondit le puits jusqu'à 160 mètres. Des sources abondantes n'ayant pas permis de le foncer au delà, on fit au fond du puits un sondage de 100 mètres; mais ce sondage ne fut pas heureux. Les tiges se brisèrent plusieurs fois. Enfin, le puits fut abandonné en 1825.

On creusa, en 1827, à très-peu de distance du canal, un nouveau puits qui traversa, à 110 mètres de profondeur, une couche de houille divisée en deux bancs de 0<sup>m</sup>,65 chaque par un lit de

schiste ayant de 1 à 2 mètres d'épaisseur. Cette couche aurait pu donner lieu à une exploitation active, si elle avait eu quelque régularité; mais elle présentait de nombreux étranglements. Cette circonstance, jointe à une assez grande affluence d'eau, amena l'abandon du puits en 1836.

Le territoire de Montrond est celui qui semble présenter le plus de ressources au Nord-Est de Tartaras : il n'est guère possible de l'explorer avec économie, si ce n'est au moyen de sondages.

*Terrain non concédé entre Saint-Chamond  
et la Grand-Croix.*

Des capitaux considérables ont été ensevelis dans cette partie du terrain houiller, sans qu'on soit encore parvenu à découvrir une couche exploitable.

Des puits de recherches y ont été entrepris par quatre sociétés distinctes, qui sont celles du Plat-de-Gier, de la Faverge, de Combe-Rigol et de Saligneux.

1° *Société du Plat-de-Gier* : MM. Charrin, Fleurdelix, Imbert, etc.

Cette société a fait creuser les puits du Plat-de-Gier, des Rouardes et Saint-Jean.

Le puits du Plat-de-Gier (1825) a 425 mètres de profondeur, et a rencontré, à plus de 300 mètres, trois petites veines de houille dont la plus épaisse ne dépasse pas 0<sup>m</sup>,15. Il a été abandonné en 1838. Les rochers du fond, qui consistaient en un poudingue grossier renfermant des fragments de schiste micacé, annonçaient l'approche du terrain primitif. On a fait dans ce puits deux galeries à travers bancs, l'une dirigée vers l'Est, à 330 mètres du jour, l'autre à 400 mètres vers le Sud.

Le puits des Rouardes (1838) a été abandonné en 1839 après avoir atteint le schiste micacé à environ 100 mètres de profondeur.

Le puits Saint-Jean date aussi de 1838. On poursuit aujourd'hui son creusement. Il était parvenu à une profondeur de 360 mètres en février 1843. Ce puits n'a traversé qu'un petit filet charbonneux de 3 à 4 centimètres, renfermé dans

une couche de gore, à 306 mètres de la surface du sol.

Il ne tombe que très-peu d'eau dans ces trois puits.

La compagnie a dépensé environ 400.000 fr. pour leur creusement.

2° *Société de la Faverge* : MM. Bonjour, Clairvaux, Bouvier, etc.

Les principaux actionnaires de cette société sont aussi propriétaires de la majeure partie de la concession du Ban. Le puits Saint-Hilaire (1818) a rencontré à 220 mètres une petite veine de charbon de 0<sup>m</sup>,20 d'épaisseur, au-dessous de laquelle s'est fait jour une source d'eau considérable. Toutefois, le fonçement du puits a été continué jusqu'à 272 mètres, mais non sans difficulté. On a fait à cette profondeur une grande galerie au rocher contre le pendage des couches, puis un faux puits de 40 mètres dans cette galerie sans découvrir aucun indice favorable. Le puits Saint-Hilaire a été abandonné, en 1832, par suite du manque d'air et de la grande affluence d'eau.

Les concessionnaires de la Peronnière ont utilisé la machine, placée à l'orifice de ce puits, pour maintenir le niveau d'eau au-dessous des fissures qui mettent les puits du Chêne et Saint-Hilaire en communication indirecte, c'est-à-dire, à environ 210 mètres du jour.

La société de la Faverge a entrepris, en 1841, le creusement d'un nouveau puits à 15 mètres à l'Est du précédent. Ce puits, qui porte le nom de Sainte-Marie, avait 70 mètres de profondeur le 1<sup>er</sup> décembre 1842.

Ladite société a enfoui près d'un million depuis 20 ans aux territoires du Ban et de la Faverge.

Procès-verbal de  
visite du 12 sep-  
tembre 1843. . . . . Le puits Sainte-Marie, voisin  
du puits Saint-Hilaire, a atteint une profondeur  
de 140 mètres.

Les couches de rocher, traversées par ce puits, sont très-bouleversées et renferment de nombreux filons de calcaire cristallisé. On n'y remarque aucune stratification régulière. La machine à 2 chevaux, placée à l'orifice du puits, étant devenue insuffisante, on s'occupe de la remplacer par une machine à vapeur, afin de pouvoir continuer le creusement du puits qui devra être foncé jusqu'à 300 mètres au moins avant de rencontrer une couche exploitable.

*Société de Combe-Rigol* : MM. Albert, Jaboulay, etc.

2 puits :

Le puits de Planaize (1829) a traversé à 40 mètres une couche de houille de 0<sup>m</sup>,60 d'épaisseur assez irrégulière et d'assez bonne qualité, dans laquelle on a fait quelques travaux en 1841 et 1842. La profondeur totale du puits est de 140 mètres. Il est maintenant inondé jusqu'à 70 mètres du jour.

Le puits Saint-Marcellin, dont on poursuit le creusement, est situé au territoire de Combe-Rigol et date de 1838; il a rencontré une petite veine de houille à 190 mètres du jour. Sa profondeur était de 320 mètres le 18 octobre 1842. Une source, qui s'est manifestée à 280 mètres, a beaucoup gêné le fonçage de ce puits. On a fait un réservoir pour recueillir les eaux et faciliter le creusement qui ne peut, toutefois, avoir lieu qu'à grands frais. Les couches de terrain sont assez réglées et plongent vers le Gier.

On peut évaluer à 200.000 francs les dépenses

faites jusqu'à ce jour par la société de Combe-Rigol.

. . . . . La profondeur actuelle du puits St-Marcellin est de 335 mètres. Les propriétaires de ce puits ont fait pratiquer vers le Nord-Ouest, à 12 mètres au-dessus du fond, une galerie de reconnaissance à travers bancs qui a traversé, à quelques mètres de son entrée, deux petites veinules de charbon. La deuxième est intercalée au milieu d'un lit de schiste et donne une quantité d'eau telle que les recherches ont dû être momentanément suspendues.

*Société de Salcigneux* : MM. Bonnard frères et compagnie.

2 puits :

Le puits Gonon, situé sur la rive gauche de la Faverge, date de 1836, et a été abandonné en 1839. Ce puits a été creusé jusqu'à 90 mètres, et n'a rencontré que quelques filets charbonneux sans importance. Deux galeries de recherche y ont été pratiquées vers le fond sans résultat.

Le puits Couchond (1837) se trouve à l'Ouest du précédent, et n'a traversé que des rochers stériles inclinés vers le Sud. Sa profondeur est de 190 mètres. Il a été abandonné en même temps que le puits Gonon.

Ces deux puits sont parvenus à la base du terrain houiller. On n'a jamais eu d'eau à en extraire. Ils ont coûté environ 140.000 francs.

Les tableaux et documents qui suivent ont été annexés comme complément au présent mémoire.

Procès-verbal de  
visite du 15 juillet  
1843.

N° 1. TABLEAU SYNOPTIQUE DE LA MAJEURE PARTIE DES PUIITS DE RIVE-DE-GIER AVEC LEURS PROFONDEURS ET LEURS NIVELLEMENTS.

NOMS des concessions.	NOMS des puits.	PROFONDEURS					NIVELLEMENTS. L'orifice du puits Vellerut étant pris pour zéro et les cotes étant considérées comme positives ou négatives en dessous.
		A la petite mine de la découverte.	A la grande masse.	A la balarde.	A la bourrué.	Totales.	
		mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	mètres.
Verchères-Fleurdelix.	Jamen.	162,15	202,15	214	236	203,50	— 132
	De l'Espérance.	177,30	170	170	170	239,50	— 99
	De la Découverte.	140	170	170	170	173,10	— 118
Verchères-Feloin.	Moutton.	154	186	186	186	186	— 134
	Laurent.	142,10	165	165	165	165	— 134
	Journoud.	129,20	152,50	152,50	152,50	152,50	— 134
	Saint-Germain.	126,20	126,20	126,20	126,20	175,50	— 134
Gourd-Marin.	Sainte-Anne.	115,60	115,60	115,60	115,60	164	— 69,083
	Gilbert.	167	205	205	205	224,50	— 87,313
	Neuf.	166,50	199	199	199	202	— 91,093
	Valuy.	167	201,15	201,15	201,15	207	— 106,952
	Du Pré.	178	195,80	195,80	195,80	213,30	— 126,785
	Thioillier.	185,30	204,90	204,90	204,90	210	— 108,675
	Marcand.	155,90	155,90	155,90	155,90	160	— 89,765
	Bourret.	204,30	240	240	240	240	— 122
	Saint-Joseph.	137	137	137	137	170	— 107,695
	Journoud.	115,80	147,72	147,72	147,72	150,50	— 113,660
Montagne-du-Feu.	Du Rocher.	147	165	165	165	110,315	— 110,315
	Neuf de la Chichonne.	180,40	180,40	180,40	180,40	183	— 59,100
	Saint-Michel.	65,80	65,80	65,80	65,80	70	— 103,270
	Dumas.	58	58	58	58	65	— 101,650
Collenon.	Vellerut.	173	173	173	173	410	0,000
	Saint-Irénée.	173	173	173	173	185	— 53,325
	Saint-Etienne.	305,80	305,80	305,80	305,80	260	— 44,350
Ban.	Saint-Michel.	88	88	88	88	314	+ 10,285
	Saint-Philibert.	200	200	200	200	144	+ 40,270
Péronnière.	Pinéy.	200	200	200	200	240	— 80,825
	Gillier.	340	340	340	340	170	— 67,335
	Du Chêne.	207,80	207,80	207,80	207,80	368	— 30,825
Corbeyre.	Henry.	310	310	310	310	238,30	— 102,760
	Du Télégraphe.	104,70	137,80	137,80	137,80	315	+ 1,378
	Neuf.	166	166	166	166	140	— 75,625
Grand-Croix.	Burlat.	181,50	181,50	181,50	181,50	187	— 53,305
	Charrin.	206,70	206,70	206,70	206,70	201,50	— 73,915
	Montribout.	101,35	101,35	101,35	101,35	237	— 67,935
	Frontignat.	226	226	226	226	129,95	— 91,125
	Saint-Paul.	226	226	226	226	259,40	— 61,095
Reclus.	D'Assailly.	197	197	197	197	236	— 95,825
	Saint-Denis.	197	197	197	197	288	— 100,340
	Saint-Mathieu.	194,30	210,80	210,80	210,80	209	— 109,068
	Sainte-Isidore.	192,40	210,30	210,30	210,30	214	— 110,815
	Sainte-Colette.	208,85	208,85	208,85	208,85	213	— 110,845
	Devarey.	160,45	160,45	160,45	160,45	223,95	— 92,820
Cappe.	Saint-Victor.	363,40	363,40	363,40	363,40	166	— 89,263
	Frère Jean.	175,30	175,30	175,30	175,30	370	— 85,704
	Chavanne.	191,60	191,60	191,60	191,60	180	— 102,224
Neyrand.	191,60	191,60	191,60	191,60	194,80	— 96,722	

NOMS des concessions.	NOMS des puits.	PROFONDEURS				NIVELLEMENTS. L'orifice du puits Vellerut étant pris pour zéro et les cotes étant considérées comme positives ou négatives en dessous.
		A la petite mine de la découverte.	A la grande couche.	A la balarde.	A la bourrué.	
		mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	mètres.
Cappe (suite).	De la Cluzelle.	134	134	134	134	— 95,354
	Saint-Rambert.	166	166	166	166	— 108,498
	Du Couchant.	212,30	243,10	243,10	243,10	— 118,310
	Neuf du Champbon-De l'Espérance.	220,80	247,70	247,70	247,70	— 115,290
	De Lorette.	178,40	178,40	178,40	178,40	— 114,266
	Saint-André ou de la Pompe.	196	252,30	252,30	252,30	— 108,730
Martoret.	Sainte-Barbe.	374,20	374,20	374,20	374,20	— 108,120
	Du Midi.	184,30	184,30	184,30	184,30	— 67
	Grezieux.	227,50	259,17	259,17	259,17	— 73
	Faure.	247	282	282	282	— 110
Sardon.	Du Bois.	264,95	264,95	264,95	264,95	— 96
	Maniquet.	305,15	336,80	336,80	336,80	— 85
	Saint-Martin.	310	347	347	347	— 88
	Château.	210,50	210,50	210,50	210,50	— 83
	Du Pré.	231,10	273	273	273	— 112
Combes et Egarande.	Du Logis.	263,85	313,85	313,85	313,85	— 127
	Du Martoret.	340,55	376,15	376,15	376,15	— 126
	Saint-François.	160	160	160	160	— 73
	Moyse.	267,90	267,90	267,90	267,90	— 117
	Egarande.	280,45	309,40	333,60	347,20	— 121
	Du Cimetière.	184,60	226,70	262	266	— 127
	Neuf Pic-Pierre.	210,50	248,30	248,30	248,30	— 123
Couzon.	Vieux Pic-Pierre.	151,50	151,50	151,50	151,50	— 106
	Saint-Lazare.	50,80	104	113	218	— 110
	Du Pré.	114	153	159	210,75	— 122
Terrain non concédé entre St-Chamond et la Grand-Croix.	De la Gerbandière.	136,40	156	163	198,30	— 129
	Des Ronces.	61	61	61	61	— 135
	De la Planche.	110	110	110	110	— 140
Gouloux.	Du Plat-de-Gier.	425	425	425	425	— 76,728
	Des Rouardes.	100	100	100	100	— 100
	Saint-Jean.	272	272	272	272	— 71,005
	Saint-Hilaire.	140	140	140	140	— 41,315
	De Planaise.	290	290	290	290	— 15,889
	Saint-Marcellin.	190	190	190	190	+ 27,355
Pyrojacques.	Gonon.	190	190	190	190	+ 30,805
	Couchoud.	190	190	190	190	— 129
	Pyrojacques.	65	97	120	120	— 129
Mortier.	Devigne.	80	80	80	80	— 129
	Saint-Bonaventure.	16	25	25	25	— 39,953
	Mortier.	115	150	150	150	— 74,730

Les nivellements de tous les puits qui suivent sont rapportés à l'orifice du puits Pyrojacques pris pour zéro.

NOMS des concessions.	NOMS des puits.	PROFONDEURS					NIVELLEMENTS.  Les nivellements de tous les puits qui suivent sont rap- portés à l'orifice du puits Pyroclaque pris pour zéro.
		A la petite meule de couverte.	A la grande meule.	A la balarde.	A la bourne.	Totales.	
		mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	mèt.	mètres.
La Verrerie . . .	Bourguignon . . .	65	64	108	123	360	68,765
	Vieux Combelibert.	40	64	108	123	335	55,030
	Neuf Combelibert.	66	103	120	120	419	53,400
Grandes-Fla- ches . . . . .	Laurent . . . . .	90	120	120	120	450	29,737
	Dumas . . . . .	97	120	120	120	457	20,670
	Ferdinand . . . . .	94	125	120	120	459	24,684
	De la Compagnie.	104	132	120	120	576	20,129
Catonnière . . .	Vieux du Cerisier.	95	103	121	120	439	15,991
	Neuf du Cerisier.	86	97	115	127	405	11,300
	Faure . . . . .	105	105	120	120	450	17,852
	Du Rocher . . . . .	107,20	131,70	135	135	508	14,010
Montbressieux .	Des Bruyères . . .	115,10	145,35	150	150	560	16,360
	Bel-Air . . . . .	87	120	120	120	447	10,600
	Saint-Antoine ou des Alouettes . . .	121,50	161,20	165	165	512	20,208
	Sainte-Mélanie . . .	145,10	145,10	145,10	145,10	580	22,500
Pomme . . . . .	Saint-Joseph . . . . .	74	96	96	96	362	5,080
	Saint-Jean . . . . .	54	87	90	90	321	92,322
	Du Télégraphe . . .	85	85	85	85	340	56,792
	Gagnières . . . . .	35	35	35	35	140	82,257
	Matheron . . . . .	58	94	94	94	346	71,945
	De l'Union . . . . .	129	129	129	129	516	35,647
	Brossy . . . . .	102	102	102	102	408	39,682
	Saint-Dominique . .	84	125	125	125	439	43,782
Frigerin . . . . .	Saint-Victor . . . . .	114	114	114	114	456	65,237
	Saint-Charles . . . .	100	100	100	100	400	61,222
	Mondocien . . . . .	33	33	33	33	132	76,457
	Saint-Claude . . . . .	100	100	100	100	400	39,945
	Sainte-Marie . . . . .	59,95	92,20	95	95	382	87,757
Combe-Plaine . .	Saint-Esprit . . . . .	95,35	120,90	125	125	470	77,847
	Saint-Jean . . . . .	54	87	90	90	321	67,127
	De l'Espérance . . .	59	91	92	92	334	82,017
	Saint-Martial . . . .	31	31	31	31	124	76,317
Combe-Plaine . .	Saint-Pierre . . . . .	102	144	150	150	546	38,533
	Saint-Constant . . .	22	64,20	66	66	264	38,533

N° 2. DÉPENSES APPROXIMATIVES DE PREMIER ÉTABLISSEMENT  
POUR UN PUIT DE 240 MÈTRES DEVANT EXTRAIRE 1000 HECT.  
DE CHARBON PAR JOUR.

*Extérieur.*

Creusement d'un puits de 240 mètres, à 150 fr.  
le mètre, y compris l'extraction de 10 à 12  
hectolitres d'eau par heure. . . . . 36.000 fr.  
Moellonnage en pierre (1 fr. le pied cube sur

Total. . . 36.000

*Report.* . . . 36.000

la carrière) : 75 fr. le mètre (en supposant  
moitié de rocher dur ou 120 mètres). . . . 18.000  
Maçonnerie des chaudières, cheminée,  
vargue. . . . . 10.000  
Machine à basse pression de 0<sup>m</sup>,81 à 0<sup>m</sup>,92  
(30 à 34 pouces), avec bêche, tambour. . . 30,000  
2 câbles de 300 mètres, pesant ensemble  
1.400 kil., à 150 fr. les 100 kil. . . . . 2.100  
5 bennes de 10 hectolitres pour l'extraction. 500  
4 bennes de 10 à 12 hect. pour l'épuisement. 400  
6 pelles, à 9 fr. pièce. . . . . 54  
2 pics de case, à 3 fr. . . . . 6  
6 brouettes fortes, à 25 fr. . . . . 150  
4 tombereaux, à 800 fr. . . . . 3.200  
8 chevaux, à 800 fr. . . . . 6.400  
Bâtiment pour loger le gouverneur, forge,  
écurie, hangar. . . . . 6.000  
Outils de forger, maréchal, bennier. . . . 1.200

Total (extérieur). . . . . 114.010

*Intérieur.*

15 à 20 bennes de chevaux, de 2 1/2 à 3 hect.,  
pour le trainage, à 36 fr. . . . . 720 fr.  
2 bennes pour l'eau. . . . . 72  
2 seaux, à 3 fr. . . . . 6  
2 coffres pour serrer les outils, à 5 fr. . . 10  
1 coffre à avoine et son. . . . . 10  
3 traîneaux pour bois, à 40 fr. . . . . 120  
Etrille, brosses et râtelier intérieur pour  
12 chevaux. . . . . 325  
50 pics, à 2 fr. 50 c. pour 10 piqueurs (à 0<sup>r</sup>,70  
le kil.; 0<sup>r</sup>,105 à 0<sup>r</sup>,15 le manche). . . . 125  
24 pelles communes, à 80 fr. les 100 kil.  
(8 fr. 50 c. l'une). . . . . 204  
8 bâches, à 6 fr. . . . . 48  
30 coins de 5 kil. en fer, à 3 fr. . . . . 50  
30 pistolets, à 1 fr. 50 c. . . . . 45  
12 massettes, à 3 fr. . . . . 36

Total. . . 1.811

	<i>Report.</i> . . . .	1.811
12 gros marteaux, à 5 fr. . . . .		60
12 bourroirs, à 1 fr. 50 c. . . . .		18
12 curettes, à 0 <sup>f</sup> ,75 . . . . .		9
12 chevaux, à 500 fr. . . . .		6.000
12 harnais, à 30 fr. pièce. . . . .		360
	<hr/>	
Total (intérieur) . . . . .		8.258
	<hr/>	
Total général. . . . .		122.268

## N° 3. CORROIS.

*Main-d'œuvre.*

Devis d'un corroi de 1 mètre d'épaisseur dans une galerie de 2 mètres de large sur 2 mètres de haut.	Préparation pour entailler le charbon : 4 jours, à 3 fr. 50 c. . . . .	fr. c.	14,00
	Placement de deux cadres : 2 jours. . . . .		7,00
	Placement de planches avec 4 buttes . 2 jours. . . . .		7,00
	Préparation du <i>salin</i> ou schiste en poussière, et confection : 12 jours, à 3 fr. 50 c. . . . .		54,00
	Tranports : 2 jours de chevaux. . . . .		8,00
		<hr/>	
			100,00

*Matériaux.*

	fr. c.
1 sac de plâtre. . . . .	3,00
3 toises de planches. . . . .	18,00
13 bois, soit pour cadres, soit pour buttes, de 2 <sup>m</sup> ,27 ou 7 pieds (91 pieds, à 0 <sup>f</sup> ,25). . . . .	22,75
Clous, foin, etc. . . . .	3,00
	<hr/>
Total. . . . .	146,75

On a supposé que le feu et la mauvaise odeur ne gênaient pas beaucoup; car il arrive quelquefois que la main-d'œuvre est triple.

*Main-d'œuvre.*

	fr. c.	
Préparation pour entailler : 10 jours, à 3 fr. 50 c. . . . .	35,00	Devis d'un corroi de 3 mètres de largeur sur 4 m. de hauteur et 2 m. d'épaisseur.
Placement de deux cadres : 3 jours. . . . .	10,50	
Placement pour buttes et planches : 5 jours. . . . .	17,50	
Préparation du <i>salin</i> et confection du corroi : 60 j. . . . .	150,00	
Transport par chevaux du <i>salin</i> : 12 jours. . . . .	48,00	
	<hr/>	
	251,00	

*Matériaux.*

3 sacs de plâtre lorsque le feu est voisin. . . . .	9,00
7 toises de planches. . . . .	42,00
13 bois, soit pour cadres, soit pour buttes, de 3 <sup>m</sup> ,57 ou 11 pieds. . . . .	42,90
Clous, foin, etc. . . . .	6,00
	<hr/>
	99,90
	<hr/>
Total. . . . .	350,90

## N° 4. GAINES.

220 mètres de plateaux de sapin, de 0 <sup>m</sup> ,067 d'épaisseur, et 1 <sup>m</sup> ,60 à 2 mètres de longueur, à 6 fr. 50 c. le mètre. . . . .	fr. c.	1.430,00	Gainé d'aérage au puits Neuf (Corbeyre). Longueur 206 mètres.
Tiges verticales de 0 <sup>m</sup> ,067 sur 1 <sup>m</sup> ,62 ou 5 pieds, à 0 <sup>f</sup> ,20 le pied (412 mètres) . . . . .		247,20	
Pose, à raison de 5 fr. 50 c. le mètre, y compris la paie de 2 receveurs (198 journées d'ouvriers, 60 de receveurs à 2 fr.). . . . .		1.300,00	
Etrennes aux ouvriers. . . . .		50,00	
35 journées, à 3 fr. 50 c., pour rhabillage et pose des boudons. . . . .		122,50	
Dressage des plateaux. . . . .		180,00	
Planches. . . . .		462,00	
Clous (244 kil. de clous, à 1 fr.; happes 133 kil., à 1 fr.). . . . .		377,00	
Mousse, à 6 fr. 50 c. le quintal métrique. . . . .		144,96	
	<hr/>		
Total. . . . .		4.343,66	

Le mètre de gainé coûte 20 fr. 95 c.

Prix de l'éta-	600 mètres de bois carré sur une face, ou	
blissement d'une	1.800 pieds, à 0 <sup>r</sup> ,25.	450,00
gaine ou compar-	900 mètres de planches bâtarde (3 mètres pour	
tement d'aérage	1 mètre de gaine), à 4 fr.	3.600,00
de 300 mètres au	150 plateaux pour y clouer les planches verti-	
puits St-Martin.	cales ou 72 mètres, à 6 fr.	432,00
(Sardon.)	375 kil. de clous (1 <sup>k</sup> ,25 par mètre), à 1 fr.	375,00
	Dressage des planches : 100 journées.	300,00
	Happes et boulons pour arrêter les tiges en bois.	200,00
	Habillage de la gaine : 190 journées, à 4 fr.	760,00
	Mousse, à 6 fr. 50 c. le quintal métrique.	200,00
	<b>Total.</b>	<b>6.317,00</b>

Pour 1 mètre c'est 21 fr. 5 c.

Devis d'une	428 <sup>m</sup> ,28, ou 1.300 pieds de bois, de 0 <sup>m</sup> ,16 de	
gaine d'aérage	diamètre, pour tiges et moises, à raison de	
pour 180 mètres	0 <sup>r</sup> ,30 le pied.	390,00
de profondeur au	320 mètres de plateaux, à 8 fr. 50 c. le mètre.	2.720,00
puits Piney. (Pé-	48 journées de menuisier, à 3 fr.	144,00
ronnière.)	4 chars de planches bâtarde, à 40 fr. le char.	160,00
	10 chars de planches communes pour recouvrir	
	le moellonage.	250,00
	280 hattes en fer, pesant 240 kil., à 68 fr.	
	les 100 kil.	285,60
	300 hattes à pattes pour recevoir le moello-	
	nage : 112 <sup>k</sup> ,5, à 68 fr. les 100 kil.	76,50
	370 kil. de crosses, à 80 fr. le q. m.	296,00
	9.000 clous, à 6 fr. le 1.000.	54,00
	90 boulons avec leurs écrous, pesant 90 kil.	90,00
	40 q. m de mousse, à 5 fr. le q.	200,00
	360 journées de menuisier, à 4 fr.	1.440,00
	50 mètres de maçonnerie en briques pour les	
	galeries du puits à la cheminée d'appel et pour	
	la cheminée, à 10 fr. le mètre.	500,00
	<b>Total.</b>	<b>6.606,10</b>

Pour 1 mètre c'est 36 fr. 70 c.

On a revêtu toutes les parties moellonnées d'une enveloppe en planches, derrière laquelle on a tassé de la mousse.

N° 5. DÉTAIL DU PRIX D'UNE BENNE DE 9 HECTOLITRES POUR L'EXTRACTION.

(Puits Maniquet.)

Ferrure (4 cercles, 8 brides, 2 lacets, 4 bou-	fr. c.
lons et ferrures de liteaux, pesant 120 kil.), à	
49 fr. les 100 kil.	58,80
85 kil. de bois (1 char de planches, à 42 fr., fait	
3 bennes).	14,00
2 liteaux pour le traînage.	0,60
0 <sup>k</sup> ,22 ou 0 <sup>liv</sup> ,45 clous de bennes, à 4 fr. la livre.	1,80
Pour préparer les ferrures.	3,50
Pour préparer les douves de la benne et pour la	
monter : une journée 1/2.	4,50
<b>Total.</b>	<b>83,20</b>

Les 4 chaînes servant à soutenir la benne pèsent 25 kil.

N° 6. DEVIS DÉTAILLÉ D'UN CHARIOT DESTINÉ AU TRANSPORT DES BENNES SUR LE CHEMIN DE COLLENON.

	fr. c.
1 essieu : 43 kil., à 40 fr. les 100 kil.	17,20
2 roues : 136 kil., à 38 fr. les 100 kil.	51,70
Alésage de 2 roues.	10,00
	78,90
2 essieux montés.	157,80
Frais pour couper et tourner un essieu.	3,20
Pour le monter sur ses roues.	3,25
Pour placer les rondelles.	0,80
Outils et charbon.	1,00
	8,25
Pour 2 essieux.	16,50
<b>Total pour 2 essieux montés.</b>	<b>174,30</b>
Chariot en bois avec son plateau de 0 <sup>m</sup> ,081	
(3 pouces), ses boîtes en bois, monté et prêt	
à rouler.	60,00
Ferrures du chariot : les ferrures d'un petit	
chariot pèsent 62 kil., à 1 fr. 10 c.	68,20
Les chaînes qui tiennent les grandes bennes :	
29 <sup>k</sup> ,5, à 1 fr. 10 c.	32,45
Pour fixer les ferrures.	5,05
<b>Total.</b>	<b>340,00</b>

Tome XII, 1847.

N°7. DEVIS DE LA CHEMINÉE DU Puits SAINT-MARTIN (Sardon).  
Hauteur : 27<sup>m</sup>,61 ou 85 pieds.

Base à partir de la gaine, 1 <sup>m</sup> .q.,16.	
Talus, 46 mill. par mètre.	
28.000 briques de 0 <sup>m</sup> ,08 d'épaisseur, 0 <sup>m</sup> ,12 de large et 0 <sup>m</sup> ,24 de long, à 32 fr. le 1000 rendu.	896 fr.
11.395 briques de 0 <sup>m</sup> ,08 d'épaisseur, 0 <sup>m</sup> ,135 de largeur et 0 <sup>m</sup> ,27 de long, à 40 fr. le 1000 rendu.	455
2.800 briques de 0 <sup>m</sup> ,054 d'épaisseur, 0 <sup>m</sup> ,11 de largeur et 0 <sup>m</sup> ,216 de long, à 19 fr. le 1000.	53
Fondations de la cheminée : 1 <sup>m</sup> .car.,27 sur une profondeur de 5 <sup>m</sup> ,85 . . . . .	1.300
Chaux et sable. . . . .	450
Main-d'œuvre à prix fait. . . . .	350
<b>Total. . . . .</b>	<b>3.504</b>

N° 8. DEVIS DE LA MACHINE DU Puits SAINT-MARTIN DESTINÉE  
A FAIRE MOUVOIR UNE LIGNE DE POMPES. DOUBLE EFFET.  
30 A 35 CHEVAUX.

( Cette machine vient du Creuzot. )

	Fonte brute. A.	Fonte alésée. B.	Fer et cuivre. C.
	k.	k.	
1 cylindre à vapeur de 0 <sup>m</sup> ,87 (32 pouces).		1.373	»
1 boîte à vapeur à deux tubulures. . . . .	135	»	»
<i>Id.</i> <i>id.</i> . . . . .	118	»	»
1 <i>Id.</i> à une tubulure. . . . .	77	»	»
<i>Id.</i> <i>id.</i> . . . . .	169	»	»
1 corps de pompe de 0 <sup>m</sup> ,135 (5 pouces).	»	150	»
<i>Id.</i> à eau chaude et piston. . . . .	»	210	»
1 condenseur de 0 <sup>m</sup> ,54 (20 pouces). . . . .	398	»	»
1 pompe à air alésée. . . . .	»	371	»
1 cuvette de pompe à air. . . . .	273	»	»
1 <i>id.</i> à eau chaude. . . . .	97	»	»
1 réservoir d'air. . . . .	28	»	»
1 porte de chapelle. . . . .	27	»	»
1 fond de cylindre. . . . .	452	»	»
2 cuvettes d'alimentation. . . . .	124	»	»
1 piston de pompe à air tourné. . . . .	»	84	»
1 piston à vapeur de 0 <sup>m</sup> ,87 (32 po.) tourné.	»	212	»
1 balancier de 5 <sup>m</sup> ,85 de long. . . . .	2 272	»	»
1 <i>id.</i> <i>id.</i> . . . . .	2.281	»	»
1 axe tourné et 6 clavettes ajustées. . . . .	»	»	»
1 arbre et 4 clavettes ajustées. . . . .	»	»	138 fer.
1 fond de condenseur. . . . .	168	»	96 fer.
4 couvercles de boîtes à vapeur. . . . .	41	»	»
1 couvercle de cylindre. . . . .	296	»	»
1 couvercle de condenseur. . . . .	95	»	»
<i>Id.</i> <i>id.</i> . . . . .	25	»	»
1 tourteau de volant. . . . .	528	»	»
2 tuyaux de 0 <sup>m</sup> ,135 (5 pouces) sur 1 <sup>m</sup> ,95 de long. . . . .	229	»	»
2 tuyaux de 0 <sup>m</sup> ,135 (tuyaux jumeaux). . . . .	144	»	»
2 portes de trou d'homme. . . . .	78	»	»
1 robinet à trois eaux alésé. . . . .	»	93	»
2 cadres de trou d'homme. . . . .	108	»	»
2 soupapes de sûreté. . . . .	72	»	»
2 paliers et leurs chapeaux ajustés, avec 4 coussinets en cuivre et 4 boulons. . . . .	200	»	fer. cu. 18 22
<b>A reporter. . . . .</b>	<b>8.435</b>	<b>2.493</b>	<b>fer. cu. 252 22</b>

	Fonte brute. A.	Fonte alésée. B.	Fer et cuivre. C.	
	k.	k.	fer.	cu.
Report. . . . .	8.435	2.493	252	22
3 parties de volant. . . . .	2.478	"	"	"
4 supports et leurs chapeaux. . . . .	556	"	"	28
8 coussinets en cuivre alésés. . . . .	"	"	"	"
8 boulons à écrous tournés. . . . .	"	"	33	"
3 tuyaux coudés de 0 <sup>m</sup> ,135 et brides. . . . .	91	"	"	"
2 tuyaux de 0 <sup>m</sup> ,081 et à brides. . . . .	125	"	"	"
6 coudes. . . . .	90	"	"	"
9 tuyaux de 0 <sup>m</sup> ,081 et 1 <sup>m</sup> ,95 de long. . . . .	575	"	"	"
1 tuyau à deux brides. . . . .	61	"	"	"
12 tuyaux de 0 <sup>m</sup> ,054 à brides. . . . .	506	"	"	"
4 tuyaux coudés de 0 <sup>m</sup> ,054. . . . .	38	"	"	"
5 tuyaux de 0 <sup>m</sup> ,054 sur 1 <sup>m</sup> ,95 de long. . . . .	216	"	150	"
1 tige en fer du piston à vapeur. . . . .	"	"	"	"
Total. . . . .	13.171	2.493	435	50

*Prix de ces pièces au Creuzot.*

Fonte brute : 13.171 k., à 42 fr. les 100 k.	5.531	} 9.080	
— alésée : 2.493 k., à 80 fr. les 100 k.	1.994		
Fer : 435 kil., à 30 fr. les 100 kil.	1.305		
Cuivre : 50 kil., à 50 fr. les 100 kil.	250	} 3.900	
<i>A la forge</i>	Régulateur. . . . .		400
<i>de la</i>	500 kil. de fer pour tiges, boulons, etc. . . . .		500
<i>Compagnie.</i>	Cuivre pour soupapes. . . . .		1.500
	Charpente de la machine. . . . .	1.500	} 5.830
2 chaudières à vapeur de 5 <sup>m</sup> ,52 de long, 1 <sup>m</sup> ,95 de large, 1 <sup>m</sup> ,95 de haut : 98 feuilles de tôle de 6 <sup>mill</sup> ,7 (3 lig.), 3.289 k., à 90 f. les 100 k.	2.960 fr.		
64 feuilles de 4 <sup>mill</sup> ,5 (2 lignes) d'épais- seur, 1.641 <sup>k</sup> ,90. . . . .	1.477		
Façon de deux chaudières. . . . .	1.000		
Clous des chaudières, 2.500 : 525 kil., à 75 fr. les 100 kil. . . . .	393		
Total. . . . .	18.810		

<i>Report.</i> . . . .	18.810
Maçonnerie des chaudières et fosse. . . . .	1.200
Cheminée. . . . .	3.504
Pose de la machine. . . . .	500
Indemnité à celui qui a fait fondre la machine. . . . .	1.000
Frais de transport. . . . .	800
Frais imprévus. . . . .	300
Total. . . . .	26.114

## N° 9. FRAIS JOURNALIERS D'ÉPUISEMENT PAR UNE MACHINE A ROTATION A 200 M. DE PROFONDEUR (Verchères Fleurdelix).

Machine de 0<sup>m</sup>,81 (30 pouces). 500 m. c. d'eau par 24 heures :

	fr.
2 machinistes. . . . .	6,66
2 receveurs de bennes. . . . .	4,25
Renouvellement des bennes (1 par semaine). . . . .	5,00
Réparation des chaudières (900 fr. par an). . . . .	2,50
Cordes. . . . .	30,00
Houille (35 hectolitres à 0 <sup>l</sup> ,40). . . . .	14,00
Graisse, carton. . . . .	0,50
Total. . . . .	62,91

Par mètre cube : 0<sup>l</sup>,126.

TABLEAU No 10. Prix des journées d'ouvriers dans les principales mines de Rive-de-Gier, depuis 1830 jusqu'en 1844 inclusivement.

	1830	1831	1832	1833	1834	1835	1836	1837	1838	1839	1840	1842	1844
Gouverneur.	7,00	7,00	7,75	7,75	7,75	7,75	7,75	7,75	7,75	7,75	7,75	7,75	7,75
Sous-gouverneur.	4,00	4,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
Piqueurs à prix fait.	3,50	3,25	3,40	3,50	3,50	3,55	3,55	3,55	3,25	3,30	3,30	3,30	3,30
<i>Id.</i> à la journée.	3,00	3,10	3,25	3,25	3,25	3,40	3,40	3,40	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10
Boiseurs à prix fait.	3,25	3,00	3,00	3,35	3,25	3,25	3,15	3,15	3,25	3,30	3,30	3,30	3,30
<i>Id.</i>	2,75	2,75	2,75	3,10	3,10	3,10	3,10	3,10	3,05	3,10	3,10	3,10	3,10
Traineurs.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Grand remplisseur au puits.	3,25	3,25	3,00	3,30	3,35	3,25	3,25	3,25	3,15	3,05	3,05	3,05	3,05
Petit remplisseur au puits.	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»
Remplisseur aux chantiers.	3,00	3,00	2,95	3,00	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,05	3,05	3,05	3,05
<i>Id.</i> de 1 <sup>re</sup> classe.	2,10	2,10	2,10	2,25	2,35	2,25	2,25	2,25	2,15	2,15	2,15	2,15	2,15
<i>Id.</i> de 2 <sup>e</sup> classe.	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75
Mineurs ou réparonnaires.	3,25	3,25	3,25	3,50	3,50	3,75	3,75	3,75	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50
Paléfreniers.	2,50	2,25	2,50	2,60	2,60	2,60	2,60	2,60	2,50	2,60	2,60	2,60	2,60
Toucheurs.	1,25	1,25	1,25	1,40	1,60	1,50	1,70	1,70	1,40	1,50	1,40	1,55	1,55
Reparonn. au rond du puits.	3,50	3,00	»	»	»	3,25	3,75	3,75	»	»	»	4,00	4,00
Gouverneur.	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Sous-gouverneur.	3,50	3,50	3,75	4,00	4,00	4,00	4,00	4,25	4,25	4,25	4,00	4,00	4,00
Piqueurs à la journée.	3,50	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
<i>Id.</i> à prix fait.	»	»	»	»	3,90	4,50	3,90	3,90	3,80	3,65	3,65	3,75	3,70
Boiseurs.	3,00	2,75	2,75	2,75	2,25	3,25	3,50	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Traineurs.	3,50	3,00	3,00	3,00	3,00	3,75	4,00	3,25	3,25	2,50	2,50	3,00	3,00
Remplisseurs sous le puits.	5,50	3,00	3,50	3,00	4,00	4,00	4,00	4,25	3,75	3,75	3,00	3,00	3,75
<i>Id.</i>	»	2,75	»	»	»	2,75	3,00	3,00	3,00	3,00	2,50	2,50	2,50
Boonniers.	2,50	2,50	2,25	2,50	2,75	2,25	2,50	2,50	2,75	2,50	2,50	2,50	2,50
Paléfreniers.	»	2,25	2,25	»	»	2,75	3,25	3,25	3,25	3,00	2,75	»	»
Toucheurs.	»	1,25	1,25	»	»	1,75	1,50	1,65	1,65	1,60	1,60	1,50	»
Reparonn. au rond du puits.	3,50	3,00	»	»	»	3,25	3,75	3,75	»	»	»	4,00	4,00

	1830	1831	1832	1833	1834	1835	1836	1837	1838	1839	1840	1842	1844
Gouverneur en chef.	4,50	4,50	5,00	5,00	5,25	6,00	6,00	6,50	6,50	7,00	7,00	7,50	7,50
Sous-gouverneur.	3,75	3,75	3,50	4,00	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Piqueurs à prix fait.	3,55	3,55	3,60	3,40	3,30	3,80	4,00	3,90	3,75	3,90	3,85	3,85	3,85
<i>Id.</i> à la journée.	3,00	2,75	2,75	»	»	3,00	3,25	3,25	3,12	3,12	3,00	3,00	3,50
Boiseurs à la journée.	3,25	3,25	»	»	»	3,00	3,25	3,25	3,12	3,12	3,00	3,12	3,12
Grands remplisseurs au puits.	4,00	4,00	3,25	4,00	4,00	4,25	4,00	4,00	3,75	4,00	4,00	3,75	3,50
Remplisseurs aux chantiers.	2,75	»	»	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
Paléfreniers.	2,75	»	»	2,00	2,00	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75
Remblayeurs de 1 <sup>re</sup> classe.	2,50	2,50	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,50	2,50	2,62	2,62	2,00	2,62
<i>Id.</i> de 2 <sup>e</sup> classe.	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	2,62	2,62	2,62	2,00	2,62
Traineurs.	2,75	2,75	3,00	3,00	3,00	3,50	3,50	3,00	3,00	3,00	3,25	3,00	2,25
Toucheurs.	2,00	2,00	2,00	1,50	»	1,75	1,75	1,75	1,75	1,75	1,60	1,60	1,60
Mineurs.	»	»	3,50	3,50	3,50	3,50	3,50	3,25	3,25	3,25	3,50	3,50	3,50
Gouverneur.	6,00	6,00	4,75	5,00	5,50	4,75	5,50	5,50	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Sous-gouverneur.	3,50	3,25	3,75	3,50	4,00	4,00	4,20	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25
Piqueurs à prix fait.	3,40	2,80	3,15	3,20	3,50	3,50	3,75	3,75	3,75	3,70	3,70	3,75	3,85
<i>Id.</i> de recherches.	»	»	2,80	»	»	3,05	3,75	3,75	3,25	3,25	3,25	3,71	3,73
<i>Id.</i> à la journée.	»	»	2,80	3,25	3,25	3,75	3,75	3,70	3,50	3,50	3,75	3,50	3,50
Boiseurs à prix fait.	3,00	3,55	2,75	3,00	3,00	3,00	3,25	3,25	3,60	3,60	3,50	3,50	3,25
<i>Id.</i> à la journée.	4,00	3,75	3,75	4,00	4,00	4,00	4,00	3,25	3,25	3,25	3,30	3,25	3,25
Grands remplisseurs.	2,75	2,40	2,50	2,75	2,70	2,70	2,70	2,50	2,85	2,85	2,80	2,75	2,75
Remplisseurs aux chantiers.	»	»	»	»	»	»	»	»	2,85	2,85	2,85	2,75	2,75
Traineurs.	»	»	»	»	»	»	»	»	3,75	3,25	3,40	3,15	3,10
Remblayeurs.	2,25	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00	2,50	2,25	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Paléfreniers.	2,65	2,30	2,50	2,65	2,60	3,00	3,00	2,50	2,50	3,25	3,25	3,25	3,25
Cantonniers.	1,75	1,70	1,55	1,55	1,75	1,45	1,50	1,75	1,25	1,00	1,00	1,00	1,50
Toucheurs.	1,75	1,35	1,40	1,45	1,45	1,35	1,45	1,45	1,40	1,50	1,50	1,50	1,75
Garnisseurs de lampes.	»	1,80	1,85	1,75	1,75	1,80	1,80	1,40	1,40	1,50	1,50	1,60	1,60
Mineurs.	3,25	3,00	3,25	3,25	»	3,25	3,25	3,25	3,25	3,50	3,50	3,60	3,40

Suite du TABLEAU N° 10.

	1830	1831	1832	1833	1834	1835	1836	1837	1838	1839	1840	1841	1842	1843	1844
Gouverneur en chef. . . . .	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00	7,00
Sous-gouverneur. . . . .	4,50	4,00	4,00	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50	4,50
Piqueurs à prix fait. . . . .	3,90	3,80	3,85	4,17	4,07	4,07	3,90	3,95	3,90	3,90	3,75	3,90	3,76	3,95	3,70
<i>Id.</i> à la journée. . . . .	3,25	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,25
Boiseurs à prix fait. . . . .	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,30	3,60	3,60	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45	3,45
<i>Id.</i> à la journée. . . . .	3,00	3,00	3,00	2,75	3,00	3,00	3,25	3,25	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Grands remplisseurs au puits. . . . .	4,25	4,00	4,25	4,25	4,00	4,00	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25	4,25
Petits remplisseurs au puits. . . . .	2,25	2,50	3,00	3,00	3,00	3,75	4,00	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	3,50	3,50	3,25
Remplisseurs aux chantiers. . . . .	3,00	2,55	2,75	2,85	2,85	2,85	3,00	3,00	2,75	2,75	2,80	2,00	2,80	2,80	2,80
Mineurs ou réparonnaires. . . . .	3,25	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
<i>Id.</i> Paléfienniers. . . . .	3,00	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	3,00	3,00	3,00	3,00	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25
Remblayeurs de 1 <sup>e</sup> classe. . . . .	3,00	2,75	2,75	2,75	2,75	2,75	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
<i>Id.</i> de 2 <sup>e</sup> classe. . . . .	2,75	2,50	2,50	2,00	2,00	2,00	2,50	2,50	2,00	2,00	2,50	2,50	2,50	2,50	2,50
Traineurs. . . . .	3,25	3,00	2,95	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25	3,00	3,25	3,25	3,25	3,15	3,00	3,00
Toucheurs. . . . .	1,50	1,40	1,40	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50	1,50

Concession des Combes  
et Legrande  
puits du Cimetiére.

## TABLE.

	Pag.
HISTORIQUE DES MINES DE RIVE-DE-GIER . . . . .	143
1 <sup>re</sup> PÉRIODE. Couches connues. . . . .	144
Territoires du Mouillon-et de Gravenand. . . . .	145
Territoire du Dorlay. . . . .	146
— de la Haute-Cappe. . . . .	147
— de Monissol. . . . .	147
— du Haut-Reclus. . . . .	147
— des Combes. . . . .	148
— de Couzon. . . . .	148
— de Collenon. . . . .	149
— des Grandes-Flaches. . . . .	150
— de Feloin. . . . .	150
— compris entre Rive-de-Gier et Givors. . . . .	152
Creusement des puits. . . . .	152
Mode d'exploitation. . . . .	152
Aérage. . . . .	154
Épuisement des eaux. . . . .	154
Extraction de la houille. . . . .	155
Débouchés et prix. . . . .	155
II <sup>e</sup> PÉRIODE. <i>Généralités.</i> Etat des travaux au commencement du XIX <sup>e</sup> siècle. . . . .	156
Extension des travaux d'exploitation dans le centre de la vallée du Gier. . . . .	157
Circonstances qui ont entravé l'exploitation à diverses époques. . . . .	159
Concessions accordées. Droits de propriété. . . . .	160
Morcellement des concessions. . . . .	161
Formation des entreprises de mines aux environs de Rive-de-Gier. . . . .	162
Exploitation proprement dite. . . . .	165
Puits. . . . .	165
Galeries dans le rocher. . . . .	171
Mode d'exploitation. . . . .	172
Aérage. . . . .	175

Machines employées à l'extraction et à l'épuisement.	177
Ouvriers.	179
Prix de revient de la houille.	181
Prix de vente.	186
Extraction journalière, transports et débouchés.	192
Concession des Verchères-Fleurdelix.	395
— des Verchères-Feloin.	399
— du Gourdmartin.	401
— de Grozagaque.	403
— du Mouillon.	404
— de Gravenand.	405
— de la Montagne du Feu.	407
— de Collenon.	414
— du Ban.	418
— de la Péronnière.	422
— de Corbeyre.	428
— de la Grand-Croix.	430
— du Reclus.	438
— de la Cappe.	449
— du Martoret.	464
— du Sardon.	464
— des Combes et Egarande.	489
— de Couzon.	502
— du Couloux.	508
— de la Verrerie.	511
— des Grandes-Flaches.	515
— de la Catonnière.	518
— de Montbressieux.	521
— de la Pomme.	527
— de Trémolin.	530
— de Frigerin.	531
— de Combe-Plaine.	534
— de Tartaras.	538
Terrain non concédé entre Rive-de-Gier et Givors.	543
Territoire de la Magdeleine.	543
— de Bernadanche.	544
— de Saint-Martin de Cornas.	546
— de Montrond.	546
Terrain non concédé entre la Grand-Croix et Saint-Chamond.	548
Tableaux, documents et devis relatifs aux mines de houille du bassin de Rive-de-Gier.	552

## MÉMOIRE

Sur les fabriques d'acide sulfurique de  
Bohême (1);

Par M. LUDOVIC VILLE, ingénieur des mines.

On fabrique en Bohême une grande quantité de produits vitrioliques en employant comme matières premières des argiles des schistes ou des lignites pyriteux.

Statistique.

Un seul propriétaire, M. Stark, emploie, dans ses fabriques, 25 directeurs et 2.600 ouvriers, et la valeur des produits qui en sortent s'élève annuellement à environ 3.000.000 florins ou 7.680.000 fr.

Fabriques de M. Stark.

En 1840, elles ont livré au commerce :

Acide sulfurique fumant.	12.880 q. m.
Sulfate de fer cristallisé.	11.200
Sulfate de cuivre.	1.120
Sulfate double de fer et de cuivre.	840
Soufre en canons.	3.360
Soufre en fleur.	840
Alun.	5.040
Sulfate de soude.	1.680
Caput mortuum.	4.480
Noir de fumée.	1 680

Ces fabriques sont : dans le cercle d'Elbogen,

(1) Extrait d'un mémoire plus étendu déposé, en 1843, à la bibliothèque de l'École royale des mines, sous le n° 303.

570 FABRICATION DE L'ACIDE SULFURIQUE

Altsattel, Littnitz, Davidsthal, Unterreichenau, Münchhof, Peter et Paul Alaunwerk, Delnitz; dans le cercle de Pilsen, Hromitz, Robschitz, Elisabeththal et Kassnau.

Usine du prince  
Auersperg.

L'usine de Gross-Luckawitz, dans le cercle de Chrudim, appartenant au prince Auersperg, produit annuellement :

Soufre. . . . .	5.600 à 6.700 q. m.
Sulfate de cuivre. . . . .	1.120
Sulfate de fer. . . . .	5.600
Sulfate double de fer et de cuivre. . . . .	1.120
Acide sulfurique à 66°. . . . .	280
Acide nitrique. . . . .	224
Colcothar. . . . .	1.680

Usine du comte  
Wurmbrand.

L'usine de Weissgrün, appartenant au comte Wurmbrand, occupe 100 ouvriers, et produit annuellement :

Sulfate de fer cristallisé. . . . .	5.600 q. m.
Alun. . . . .	504
Acide sulfurique fumant. . . . .	2.240

Fabriques  
diverses.

On fabrique encore en Bohême des quantités variables de tous les produits ci-dessus dans les localités suivantes : Radnitz, Chrast, Chotina, Kotschin, Unterbrzis, Plana, Lednitz, Unterjamni, Podhay, Weanowitz, Lochowa, Boschkow, Oberstupno, Krzisch, Laiter, Haid, Schuschitz, Fischerthal, Merklin, Bleistadt, Haberspik, Schlaggenwald, Neusattel, Kommotau, Czermich, Studena, Slabetz, Lubna, Blanetz, Koleschowitz, Lissek, Hostokrey, Hracholusk, Gemnick et Dabltitz.

Nous allons successivement décrire les principales des fabriques ci-dessus; puis, dans une dernière partie, nous comparerons les diverses mé-

thodes employées pour la fabrication de l'acide sulfurique fumant.

I. USINE DE GROSS-LUCKAWITZ.

L'usine de Gross-Luckawitz, située dans le cercle de Chrudim, appartient au prince Auersberg. Elle est remarquable par le parti que l'on a su y tirer de tous les résidus et par suite par la variété de ses produits.

La matière première que l'on y emploie est de la pyrite de fer dodécaèdre associée à des cristaux de quartz et disséminée en fragments plus ou moins volumineux dans des argiles marneux du terrain crétaé. Au sortir de la mine elle est cassée à la main et simplement débouée dans un lavoir à bras ordinaire.

Matières  
premières.

La pyrite lavée est calcinée en vases clos et se décompose en soufre que l'on condense et en pyrite magnétique.

Extraction  
du soufre.

L'usine renferme huit fours de calcination accolés deux à deux. Ces fours ont intérieurement la forme d'un parallépipède rectangle et chacun d'eux renferme quatre cornues en terre réfractaire, ayant la forme d'un tronc de cône ouvert par les deux bouts, placé horizontalement dans le fourneau, et ayant 1<sup>m</sup>,50 de long, 0<sup>m</sup>,30 de diamètre à la base antérieure par laquelle se charge la pyrite et 0<sup>m</sup>,10 à l'autre base; l'épaisseur des parois est de 0<sup>m</sup>,03. Dès que la charge est introduite dans les cornues, on ferme hermétiquement la base antérieure avec des plaques en terre que l'on lute. Les petites bases des cornues débouchent dans un récipient rectangulaire dont les parois sont constamment arrosées extérieurement par un filet

d'eau froide qui se rassemble dans une caisse, ouverte par le haut, beaucoup plus basse que le récipient et communiquant avec lui par sa partie inférieure, en siphon. Il en résulte que la différence de niveau de l'eau dans la caisse et le récipient mesure l'excès de la pression de la vapeur de soufre sur la pression atmosphérique. L'eau chaude s'écoule, à mesure qu'elle se renouvelle, par un trop-plein pratiqué à la partie supérieure de la caisse. Le soufre se dépose en feuilles minces contre la paroi du récipient opposée au fourneau. On le retire à la fin de chaque opération en passant la main sous la cloison qui sépare la caisse du récipient. La grille, placée suivant l'axe du fourneau, en occupe toute la longueur et a 0<sup>m</sup>,30 de large, on l'alimente avec du bois résineux en bûches. La flamme arrive directement sur les cornues et s'échappe par trois ouvertures ménagées dans la voûte plate du fourneau.

Chaque opération dure huit heures. Les huit fourneaux de calcination n'occupent que trois ouvriers, qui travaillent douze heures et se reposent ensuite pendant vingt-quatre.

On consomme 335 stères de bois par mois dans les huit fours de calcination et on y traite 120 mètres cubes de pyrite, ce qui fait 2<sup>st</sup>,80 de bois par mètre cube de minerai. Ce dernier rend moyennement 15 p. 0/0 de son poids en soufre brut.

Le soufre brut est, soit employé à la fabrication du sulfate de cuivre, à celle de l'acide sulfurique ordinaire, soit raffiné et livré au commerce.

Raffinage  
du soufre brut. Le soufre brut, obtenu comme il vient d'être dit, est d'abord fondu dans des chaudières en fonte, à la température la plus basse possible. Ces

chaudières sont hémisphériques et ont 1<sup>m</sup>,30 de diamètre et 0<sup>m</sup>,80 de profondeur; elles durent environ cinq ans. On coule le soufre fondu dans des barils cylindriques en bois qui ont 1 mètre de haut et 0<sup>m</sup>,60 de diamètre et on le laisse refroidir spontanément après avoir bouché le baril. Le sulfure de fer entraîné mécaniquement pendant la calcination de la pyrite et celui formé aux dépens de la chaudière de fonte se séparent très-nettement et se déposent tant sur les parois que sur le fond de la tonne, en formant une croûte continue dont l'épaisseur est de 0<sup>m</sup>,01 sur les parois et 0<sup>m</sup>,05 sur le fond. Lorsque le refroidissement est complet on ôte les cercles du baril et on sépare au marteau le soufre du sulfure.

Le sulfure de fer ainsi obtenu est combiné et mélangé avec du soufre; il est d'un gris métalloïde; on l'emploie en lieu et place de soufre pour la fabrication de l'acide sulfurique ordinaire.

Le soufre purifié par fusion est grenu, saccharoïde, d'un beau jaune; il est, soit employé pour faire du sulfate de cuivre, soit purifié de nouveau par distillation et coulé en cylindres ou canons pour être livré au commerce. Cette distillation s'opère dans des cornues en fonte de 0<sup>m</sup>,25 de diamètre sur 0<sup>m</sup>,40 de hauteur, recouvertes d'un lut de terre et chauffées à feu nu. Le col de chaque cornue s'engage dans un récipient où le soufre sublimé se dépose, s'échauffe et se liquéfie de lui-même. Le fond du récipient est percé d'un trou par lequel le soufre s'écoule dans un vase qui sert à le verser dans les moules. A la partie supérieure du récipient se trouve une petite ouverture pour le dégagement des gaz non condensables. Les

moules sont en bois et disposés comme les moules à balles; on a soin de les conserver dans l'eau pour qu'ils ne se fendent pas. Les bâtons de soufre obtenus ont 0<sup>m</sup>,30 de long et leur section est une ellipse dont les axes ont 0<sup>m</sup>,035 et 0<sup>m</sup>,010.

Fabrication de l'acide sulfurique ordinaire.

L'acide sulfurique se fabrique dans de grandes chambres en plomb qui ont 9 mètres de long, 5 mètres de large et 4 mètres de haut, et ne présentent pas de cloisons intérieures. Ces chambres sont supportées par une charpente à 1 mètre au-dessus du sol, ce qui facilite les réparations. On brûle le nitrate de soude et le soufre dans un fourneau rectangulaire de 3 mètres de haut sur 1 mètre de côté. Les gaz produits par la combustion se rendent directement dans une première chambre, puis passent dans une seconde chambre pareille à la première et sont enfin rejetés dans l'atmosphère par une cheminée d'appel. On fait constamment arriver, dans chaque chambre, un courant de vapeur d'eau par un tuyau de 0<sup>m</sup>,10 de diamètre qui débouche à 1 mètre au-dessus du fond qui est presque horizontal et toujours recouvert de 0<sup>m</sup>,06 d'eau. On consomme une très-faible proportion de nitre et 30 à 35 kil. de soufre par 100 kil. d'acide à 24 ou 25° Baumé obtenu.

On concentre cet acide jusqu'à 60° dans des chaudières en plomb, puis jusqu'à 66° dans des cornues en verre chauffées au bain de sable. Il est livré au commerce dans de grandes bouteilles en verre de la capacité de cinq litres.

Fabrication du sulfate de cuivre.

Pour fabriquer le sulfate de cuivre, on fond à l'abri du contact de l'air 100 parties de vieux cuivre laminé avec 15 p. de soufre. Le sulfure obtenu est pulvérisé et exposé à l'action simultanée de l'air et de l'eau; il se sulfatise peu à peu et, par le lessivage,

on obtient une dissolution de sulfate de cuivre que l'on concentre par évaporation, dans une chaudière en plomb, jusqu'à ce qu'elle marque 45° à l'aréomètre de Baumé; on la transvase alors dans des caisses en plomb où le sulfate de cuivre cristallise par refroidissement. Les eaux-mères sont concentrées de nouveau avec des eaux neuves de lessivage.

La pyrite magnétique, résidu de la calcination de la pyrite ordinaire, est réunie en un tas de forme allongée sur une sole en argile battue qui ne se laisse pas détrempier par l'eau, et qui est inclinée vers une rigole qui aboutit à trois bassins. On abandonne le tas en plein air en l'arrosant de temps en temps avec de l'eau lorsque cela est nécessaire. Sous l'influence réunie de l'air et de l'eau la pyrite magnétique passe à l'état de sulfate de fer qui se dissout et est entraîné dans l'un des bassins de réception ci-dessus, dont le plus grand a une capacité de 120 mètres cubes, et les deux autres de 60 mètres cubes. Les eaux de lessivage sont élevées avec une pompe et repassées à plusieurs reprises sur le tas, jusqu'à ce qu'elles marquent 10 à 12° Baumé. On les fait alors arriver dans des bassins plus petits que les précédents et abrités par un toit contre les eaux pluviales. Une pompe les puise dans ces bassins et les conduit dans des chaudières de concentration en plomb qui ont 2 mètres de long, 1<sup>m</sup>,50 de large et 0<sup>m</sup>,50 de profondeur; ces chaudières sont chauffées à feu nu avec un mélange de bois et de tourbe. Lorsque les liqueurs marquent 45° à l'aréomètre de Baumé, on les fait couler dans des cristallisoirs en bois qui ont 4 mètres de long, 0<sup>m</sup>,50 de large et autant de profondeur. On suspend dans la liqueur des ra-

Fabrication du sulfate de fer.

teaux en bois sur lesquels le sulfate de fer se dépose en cristaux par le refroidissement. On fait écouler les eaux-mères, à l'aide de robinets, dans un canal incliné, placé entre deux lignes de cristallisoirs, qui les conduit dans un bassin où une pompe les prend pour les reporter dans les chaudières de concentration.

Sulfate double de fer et de cuivre.

Le sulfate double de fer et de cuivre a une composition et, par suite, une teinte variables suivant les exigences du commerce. Il se fabrique en dissolvant un mélange en proportions convenables de sulfates de fer et de cuivre, préparés comme il vient d'être dit, dans un minimum d'eau bouillante et faisant cristalliser par refroidissement.

Colcothar.

Il se dépose, tant dans les bassins de réception des eaux de lessivage des pyrites que dans les chaudières de concentration, du sous-sulfate de peroxyde de fer que l'on recueille et que l'on transforme en colcothar par la calcination. Cette calcination se fait dans un four à réverbère qui a 2 mètres de long sur 1<sup>m</sup>,50 de large. De chaque côté de la sole se trouve une chauffe que l'on alimente avec du bois. Deux rampants placés à l'opposé de la porte de travail et de chargement conduisent la flamme et les vapeurs acides à la cheminée. La sole du four est plate et en briques. L'oxyde rouge de fer obtenu est broyé sous une meule, tamisé et livré au commerce.

Acide nitrique.

On prépare l'acide nitrique en décomposant le nitrate de soude par de l'acide sulfurique à 30 ou 35°, dans de grandes cornues en verre chauffées au bain de sable. L'acide produit est condensé dans un appareil de Woolf. Il y a deux bains de sable accolés recevant chacun vingt cornues dont la panse a 0<sup>m</sup>,35 de diamètre. L'acide nitrique obtenu

est purifié par une seconde distillation dans des cornues en verre de mêmes dimensions que les précédentes.

Le sulfate de soude, résidu de la préparation de l'acide nitrique est utilisé dans une verrerie attenante à l'usine, pour la fabrication du verre à vitres et des ustensiles en verre, bouteilles, ballons, cornues, allonges, etc., que l'usine consomme.

Verrerie.

Les eaux acides extraites de la mine où l'on extrait la pyrite sont versées dans de grands bassins et brassées avec une marne calcaire qu'on exploite à peu de distance de l'usine, sous un banc de tourbe de peu d'épaisseur. Il est facile d'arriver à une saturation à peu près exacte en se guidant sur l'effervescence produite par le dégagement de l'acide carbonique. On laisse ensuite reposer vingt-quatre heures et on décante l'eau claire qui surnage. La bouillie qui reste au fond des bassins est transvasée avec des seaux dans des caisses en bois où on la laisse se déposer de nouveau et se tasser; on décante, on fait sécher la masse à l'air, on l'écrase sous un rouleau et on tamise. On obtient ainsi du gypse artificiel jaunâtre qui est très-recherché dans le pays pour l'amendement des terres.

Fabrication du gypse artificiel.

Outre la pyrite, la mine fournit une certaine quantité de talc très-blanc, que l'on réduit en poudre et que l'on mélange avec du son et un peu d'eau pour en faire de petites tablettes, que l'on donne aux brebis pour les purger. La fabrication annuelle de ce produit s'élève encore à 5.800 kilogrammes.

Talc.

## II. USINE D'ALTSATTEL.

L'usine d'Altsattel, située à 5 kilomètres à l'Ouest d'Elbogen, appartient à M. Stark. On y fabrique du soufre, du sulfate de fer et de l'alun.

Matières  
premières.

La matière première qui sert à la fabrication du soufre est une pyrite de fer disséminée en rognons dans un banc d'argile de 0<sup>m</sup>,50 intercalé dans le lignite. Ce dernier, au-dessus du banc d'argile, est imprégné de pyrites et de mauvaise qualité; il est exploité et criblé au jour sur une grille dont les trous ont 0<sup>m</sup>,02 de côté. Le menu est employé pour la fabrication de l'alun; le gros sert à chauffer les chaudières de concentration.

Fabrication  
du soufre.

L'argile pyriteuse est débourbée à la pelle dans un lavoir à bras ordinaire. La pyrite lavée est cassée à la main et calcinée à l'abri du contact de l'air dans des cornues cylindriques en terre réfractaire ouvertes par les deux bouts. Ces cornues ont 0<sup>m</sup>,15 de diamètre intérieur, 0<sup>m</sup>,90 de long et 0<sup>m</sup>,04 d'épaisseur; elles sont placées horizontalement dans un fourneau rectangulaire qui en contient trois rangées superposées de douze chacune; le four n'a que 0<sup>m</sup>,50 de large et 0<sup>m</sup>,15 d'épaisseur de paroi; il a deux chauffes de 0<sup>m</sup>,40 à 0<sup>m</sup>,50. La flamme, après avoir léché les cornues, se dégage par l'intervalle laissé par les briques qui forment la voûte du fourneau et qui sont simplement posées à plat sur les parois. Au-dessus se trouve une hotte qui entraîne la fumée et les vapeurs hors de l'usine. Les cornues traversent les parois du fourneau; on y introduit la charge par l'une des extrémités, que l'on ferme ensuite par une plaque à coulisses lutée avec de l'argile; l'autre extrémité de chaque cor-

ne se termine par une partie conique, qui n'a que 0<sup>m</sup>,05 de diamètre à l'ouverture, et qui s'adapte dans un récipient rectangulaire en fonte de 0<sup>m</sup>,20 de côté sur 0<sup>m</sup>,50 de long. Ce récipient repose sur deux barres de fer, et est en partie rempli d'eau; il a un couvercle mobile pour faciliter l'enlèvement du soufre condensé: ce couvercle est luté avec de l'argile pendant l'opération, et présente, à son extrémité antérieure, une ouverture de 0<sup>m</sup>,02 de diamètre pour le dégagement des vapeurs non condensées.

Chaque opération dure 6 heures. On traite, par fourneau et par 24 heures, 1.512 kil. de pyrite, et on consomme 1.544 kil. de lignite; on obtient 12 à 19 de soufre pour 100 de pyrite crue.

On purifie le soufre brut obtenu en le distillant dans des cornues en fonte de 0<sup>m</sup>,70 de hauteur sur 0<sup>m</sup>,30 de diamètre maximum.

Les résidus de la calcination en vase clos de la pyrite, exposés en tas à l'action simultanée de l'air et de l'eau, donnent, par le lessivage, des dissolutions de sulfate de fer. Les dissolutions les plus riches, marquant environ 17°, sont concentrées dans des chaudières plates en plomb, et on en retire, par le refroidissement du sulfate de fer cristallisé, absolument comme à Gross-Luckawitz.

Fabrication  
du sulfate de fer.

Les dissolutions faibles, marquant 8 ou 9°, sont évaporées jusqu'à 35° dans des chaudières en plomb, puis transvasées dans des chaudières en fonte où on les évapore jusqu'à siccité. Le produit ainsi obtenu est appelé pierre vitriolique (*vitriolstein*); il est envoyé dans une autre usine, où on l'emploie pour la fabrication de l'acide sulfurique fumant.

Fabrication de l'alun.

La matière première de la fabrication de l'alun est, comme nous l'avons dit, le menu du lignite impur et pyriteux qui se trouve au toit du banc d'argile pyriteuse. On en fait de grands tas auxquels on met le feu. Les cendres que l'on obtient sont soumises à un lessivage méthodique dans de grandes caisses en bois de 12 mètres cubes de capacité. On emploie de l'eau pure pour le lessivage des cendres déjà lavées à plusieurs reprises, et on repasse successivement les eaux que l'on obtient sur des cendres de plus en plus riches en matières solubles, de sorte que les dernières eaux provenant du lessivage des cendres neuves marquent 14°; elles contiennent du sulfate d'alumine, du sulfate de fer et de l'acide sulfurique libre. On les concentre alors dans des chaudières en plomb jusqu'à ce qu'elles marquent 19°; on les fait alors couler dans des réservoirs où on les laisse déposer; quand elles sont devenues limpides, on les décante et on les concentre de nouveau dans d'autres chaudières jusqu'à ce qu'elles marquent 35°; on les soutire alors dans des cristallisoirs, où l'on ajoute du carbonate de potasse; l'alun ainsi formé cristallise par le refroidissement spontané de la liqueur; les eaux-mères sont repassées dans les chaudières de concentration.

On purifie l'alun obtenu en le dissolvant dans l'eau bouillante et le faisant cristalliser de nouveau.

III. FABRICATION DE L'ACIDE SULFURIQUE FUMANT.

La fabrication de l'acide sulfurique fumant constitue une des principales branches de l'industrie de la Bohême. Le centre principal de cette fabrica-

tion se trouve aux environs de Radnitz, dans le cercle de Pilsen, sur un riche bassin houiller.

La matière première est un schiste pyriteux, improprement appelé dans le pays *schiste alumineux* (alaunschiefer), qui appartient au terrain de transition sur lequel le terrain houiller repose en stratification discordante.

Matière première.

Voici les analyses des 15 espèces de schistes pyriteux, qui nous ont été communiquées par M. Anthon, directeur de l'usine de Weissgrün :

( Voir le tableau ci-après , p. 582.)

Schistes pyriteux															
N°	Localité														
1	Radnitz	2	Radnitz	3	Radnitz	4	Radnitz	5	Radnitz	6	Radnitz	7	Radnitz	8	Radnitz
9	Radnitz	10	Radnitz	11	Radnitz	12	Radnitz	13	Radnitz	14	Radnitz	15	Radnitz	16	Radnitz
17	Radnitz	18	Radnitz	19	Radnitz	20	Radnitz	21	Radnitz	22	Radnitz	23	Radnitz	24	Radnitz
25	Radnitz	26	Radnitz	27	Radnitz	28	Radnitz	29	Radnitz	30	Radnitz	31	Radnitz	32	Radnitz
33	Radnitz	34	Radnitz	35	Radnitz	36	Radnitz	37	Radnitz	38	Radnitz	39	Radnitz	40	Radnitz
41	Radnitz	42	Radnitz	43	Radnitz	44	Radnitz	45	Radnitz	46	Radnitz	47	Radnitz	48	Radnitz
49	Radnitz	50	Radnitz	51	Radnitz	52	Radnitz	53	Radnitz	54	Radnitz	55	Radnitz	56	Radnitz
57	Radnitz	58	Radnitz	59	Radnitz	60	Radnitz	61	Radnitz	62	Radnitz	63	Radnitz	64	Radnitz
65	Radnitz	66	Radnitz	67	Radnitz	68	Radnitz	69	Radnitz	70	Radnitz	71	Radnitz	72	Radnitz
73	Radnitz	74	Radnitz	75	Radnitz	76	Radnitz	77	Radnitz	78	Radnitz	79	Radnitz	80	Radnitz
81	Radnitz	82	Radnitz	83	Radnitz	84	Radnitz	85	Radnitz	86	Radnitz	87	Radnitz	88	Radnitz
89	Radnitz	90	Radnitz	91	Radnitz	92	Radnitz	93	Radnitz	94	Radnitz	95	Radnitz	96	Radnitz
97	Radnitz	98	Radnitz	99	Radnitz	100	Radnitz	101	Radnitz	102	Radnitz	103	Radnitz	104	Radnitz
105	Radnitz	106	Radnitz	107	Radnitz	108	Radnitz	109	Radnitz	110	Radnitz	111	Radnitz	112	Radnitz
113	Radnitz	114	Radnitz	115	Radnitz	116	Radnitz	117	Radnitz	118	Radnitz	119	Radnitz	120	Radnitz
121	Radnitz	122	Radnitz	123	Radnitz	124	Radnitz	125	Radnitz	126	Radnitz	127	Radnitz	128	Radnitz
129	Radnitz	130	Radnitz	131	Radnitz	132	Radnitz	133	Radnitz	134	Radnitz	135	Radnitz	136	Radnitz
137	Radnitz	138	Radnitz	139	Radnitz	140	Radnitz	141	Radnitz	142	Radnitz	143	Radnitz	144	Radnitz
145	Radnitz	146	Radnitz	147	Radnitz	148	Radnitz	149	Radnitz	150	Radnitz	151	Radnitz	152	Radnitz
153	Radnitz	154	Radnitz	155	Radnitz	156	Radnitz	157	Radnitz	158	Radnitz	159	Radnitz	160	Radnitz
161	Radnitz	162	Radnitz	163	Radnitz	164	Radnitz	165	Radnitz	166	Radnitz	167	Radnitz	168	Radnitz
169	Radnitz	170	Radnitz	171	Radnitz	172	Radnitz	173	Radnitz	174	Radnitz	175	Radnitz	176	Radnitz
177	Radnitz	178	Radnitz	179	Radnitz	180	Radnitz	181	Radnitz	182	Radnitz	183	Radnitz	184	Radnitz
185	Radnitz	186	Radnitz	187	Radnitz	188	Radnitz	189	Radnitz	190	Radnitz	191	Radnitz	192	Radnitz
193	Radnitz	194	Radnitz	195	Radnitz	196	Radnitz	197	Radnitz	198	Radnitz	199	Radnitz	200	Radnitz



(10) (11) (12) et (13). Schistes de Kozoged, près Plass. — (10). Schiste noir, brillant, avec bandes de quartz, et couvert de ramifications dendritiques à la surface des feuilletés; il est imprégné d'un grand nombre de cristaux de pyrites visibles à l'œil nu. — (11). Diffère surtout du précédent, en ce qu'il ne renferme que très-peu de pyrite discernable. — (12). Schiste d'un noir mat, à feuilletés contournés, avec beaucoup de cristaux de pyrite très-brillants, visibles seulement dans la cassure transversale. — (13). Schiste présentant à peu près les mêmes caractères que les précédents.

(14) Schiste de Lednitz; il est noir, mat, à feuilles contournées avec beaucoup de quartz, et est imprégné de beaucoup de cristaux de pyrite.

(15) Schiste de Unter-Brzezi, près Plass; il est d'un gris plus ou moins foncé, généralement mat, brillant en quelques points, et ne renferme que peu de pyrite.

Il résulte des analyses ci-dessus, que :

1° On ne doit pas juger de la qualité du schiste d'après la quantité de pyrite discernable qu'il renferme, ces cristaux ne s'altérant pas à l'air. La pyrite qui donne de la valeur au schiste est celle qui s'y trouve disséminée en particules indiscernables, comme dans le schiste n° 2.

2° Il est inutile et même désavantageux de faire subir au schiste pyriteux un grillage préalable; c'est ce qu'ont en effet démontré des essais faits en grand.

3° Le schiste pyriteux, renfermant très-peu d'alumine, est impropre à la fabrication de l'alun.

4° La qualité d'un même schiste varie d'ordinaire en passant du toit au mur.

Nous allons maintenant décrire les deux exploi-

tations de Weissgrün et de Hromitz, puis, dans un troisième paragraphe, nous nous occuperons de la fabrication proprement dite de l'acide sulfurique fumant.

### 1° Exploitation de Weissgrün.

Le schiste pyriteux de Weissgrün appartient au terrain de transition et est recouvert par de la <sup>Gisement du</sup> ~~la~~ schiste pyriteux. <sup>grauwacke gris-noirâtre, renfermant beaucoup de nids d'hydroxyde de fer.</sup>

On exploite le schiste pyriteux au pic ou à la <sup>Exploitation.</sup> poudre, suivant sa dureté, en général à ciel ouvert, absolument comme on le pratique pour le schiste ardoisier du département de Maine-et-Loire.

On dispose le schiste extrait, en longues haldes <sup>Emmeurissement</sup> de 8 mètres de haut, sur une aire d'argile damée de <sup>et lessivage du</sup> 0<sup>m</sup>,33 d'épaisseur et légèrement inclinée dans un sens. On ne lessive que tous les deux mois et chaque lessivage dure environ 10 jours. D'ordinaire les eaux s'écoulent assez chargées pour qu'il ne soit pas nécessaire de les repasser sur les haldes; elles marquent alors 10° Baumé.

Ces eaux sont d'abord concentrées jusqu'à 40° <sup>Évaporation des</sup> Baumé dans un système de trois chaudières de <sup>eaux de lessiva-</sup> même longueur, disposées tantôt comme l'indiquent les *fig. 1, 2 et 3, Pl. V*, tantôt comme le montrent les *fig. 4, 5 et 6*.

Dans la première disposition, toutes les chaudières sont rectangulaires, à fond plat, et ont 3<sup>m</sup>,60 de long; les deux chaudières extrêmes C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub> (*fig. 1*), sont situées au même niveau et ont 0<sup>m</sup>,60 de large et 0<sup>m</sup>,10 de profondeur; la chaudière intermédiaire C<sub>3</sub> a 0<sup>m</sup>,90 de large, 0<sup>m</sup>,10 de profon-

deur et est placée à 0<sup>m</sup>,05 en contre-bas des précédentes (*fig. 2*). Les chaudières sont supportées et garanties contre la flamme par des barres de fer juxtaposées *f*. La grille s'étend sous toute la longueur des chaudières et a une largeur de 0<sup>m</sup>,50; trois murs *b, b*, de 0<sup>m</sup>,15 d'épaisseur, traversent la chauffe en faisant voûte au-dessus de la grille et servent d'appui aux barres de fer *f*.

Les eaux à concentrer affluent constamment dans les chaudières extrêmes *C, C*, (*fig. 1*), par les angles *a, a'*, passent de celles-ci par les angles *c, c'*, dans la chaudière *C*, d'où elles sortent en *c''*, par le milieu du côté opposé. La profondeur du bain dans les chaudières est de 0<sup>m</sup>,05. Pendant l'évaporation, il se dépose dans les chaudières une croûte de sous-sulfate de fer que l'on enlève toutes les 2 heures.

Dans la deuxième disposition, les trois chaudières ont 0<sup>m</sup>,10 de profondeur, 3<sup>m</sup>,60 de long et sont placées en gradins à 0<sup>m</sup>,05 en contre-bas les unes des autres (*fig. 5*); la chaudière la plus basse a 0<sup>m</sup>,67 de large, la chaudière intermédiaire 0<sup>m</sup>,50 et la chaudière supérieure 0,35. La grille a 0<sup>m</sup>,50 de large et est placée sous la chaudière inférieure et la flamme passe successivement sous les autres chaudières comme l'indiquent les flèches, *fig. 6*. Les eaux à concentrer marchent en sens inverse de la flamme comme l'indiquent les flèches, *fig. 4*: l'écoulement est réglé de telle manière que la hauteur de l'eau dans chaque chaudière soit de 0<sup>m</sup>,05. La chauffe est traversée, comme précédemment par trois murs *bb*, formant voûte sous chaque chaudière, et supportant les barres de fer *f* qui servent à soutenir le fond des chaudières et à le garantir contre la flamme.

Les chaudières en plomb dont nous venons de parler durent de 7 à 8 mois.

Les eaux concentrées à 40° Baumé, dans les chaudières que nous venons de décrire, se rendent dans deux chaudières plates en plomb, placées au même niveau, en contre-bas des précédentes, et ayant 1<sup>m</sup>,80 de long, 1<sup>m</sup>,30 de large et 0<sup>m</sup>,20 de profondeur où on les concentre jusqu'à 45° Baumé. De là, elles passent, toujours d'elles-mêmes, dans des chaudières hémisphériques en fonte de 0<sup>m</sup>,04 d'épaisseur, de 1<sup>m</sup>,80 de diamètre à l'ouverture et de 0<sup>m</sup>,45 de profondeur, munies d'un rebord annulaire par lequel elles reposent sur la maçonnerie d'un four cylindrique percée de carneaux pour le passage de la flamme. Chacune d'elles pèse 940 k., coûte 206<sup>l</sup>,40 et dure ordinairement 2 et quelquefois jusqu'à 4 et 8 semaines. Le nombre de ces chaudières est tel que, bien que la liqueur à 45° y afflue constamment, elle y arrive à consistance sirupeuse après 24 heures d'évaporation; on la puise alors avec des poches en tôle et on la vide dans des canaux en bois qui l'amènent sur une plaque de fonte (*fig. 7*) où on l'évapore à siccité. Cette plaque de 4 mètres de long, 2 mètres de large et 0<sup>m</sup>,11 d'épaisseur, est formée de 8 parties, d'un mètre carré chacune, simplement juxtaposées, reposant sur cinq barres de fer de 0<sup>m</sup>,10 de côté, qui s'appuient sur les parois de la chauffe et sur des murs de 0<sup>m</sup>,15 d'épaisseur qui la traversent (*fig. 8*). Il y a trois grilles, de 0<sup>m</sup>,40 de large, placées à 0<sup>m</sup>,70 en contre-bas de la plaque de fonte, et la flamme s'échappe par autant de rampants placés sur la paroi opposée aux portes de chargement. La liqueur sirupeuse qui occupe au commencement une hauteur de 0<sup>m</sup>,25 sur la plaque,

ne forme plus qu'une couche de 0<sup>m</sup>,12 à 0<sup>m</sup>,15 d'épaisseur après dessiccation complète, ce qui a lieu au bout de 80 heures. Le *vitriolstein* obtenu est blanc, ne contient que 4 à 5 p. o/o d'eau, et une analyse nous a fait voir qu'il renfermait environ 9 1/2 parties de peroxyde de fer pour 1 de protoxyde.

Personnel et consommations.

L'atelier que nous venons de décrire occupe 5 ouvriers le jour et 4 la nuit. Par 24 heures, on consomme 6.720 kilog. de houille et on produit 2.240 à 3.360 kilog. de vitriolstein. Comme on ne travaille pas l'hiver, le vitriolstein obtenu au printemps contient une plus forte proportion de peroxyde que celui fabriqué en automne.

Sulfate de fer cristallisé.

Les eaux de lessivage les plus concentrées des haldes, au lieu d'être évaporées à siccité et transformées en *vitriolstein*, sont concentrées et soumises à la cristallisation, comme à Gross-Luckawitz et à Altsattel. On en retire ainsi du sulfate de fer cristallisé.

Alun.

On sature les eaux-mères par du carbonate de potasse, on les concentre de nouveau, puis par le refroidissement on en retire de l'alun cristallisé que l'on purifie par deux cristallisations successives. Les eaux-mères de l'alun brut sont mises à digérer avec du fer métallique et donnent ensuite de nouveau du sulfate de fer cristallisé, par concentration.

Gypse artificiel.

Les eaux de lessivage trop faibles sont saturées avec un lait de chaux et donnent du gypse artificiel qui est employé avec succès dans le pays pour l'amendement des terres.

### 2° Exploitation de Hromitz.

Mineral.

Le schiste pyriteux de Hromitz est très-dur; on

l'exploite à la poudre, à ciel ouvert. Cette exploitation occupe 90 ouvriers qui reçoivent de 0<sup>f</sup>,26 à 0<sup>f</sup>,52 par jour. Les eaux de la mine sont peu abondantes, ferrugineuses et bonnes à boire.

On entasse le schiste en haldes de 6 mètres sur une sole en argile fortement damée et inclinée de tous côtés vers un canal en bois. L'eau arrive sur

Effleurissement et lessivage des schistes.

les haldes par deux canaux parallèles à leur axe, situés à 0<sup>m</sup>,50 au-dessus, d'où on la distribue dans de petits canaux placés transversalement sur les haldes et percés de petits trous qui la répandent goutte à goutte à leur surface. Les eaux de lessivage qui s'écoulent des haldes marquent 15 à 20° et se rendent dans des bassins de réception extérieurs

Évaporation des eaux de lessivage.

qui ont 2 mètres de profondeur et 4 mètres carrés de superficie; elles passent de ces bassins dans un bassin *a* (*fig.* 9 et 10), d'où on les charge dans 10 chaudières d'évaporation en plomb *b*, de 1<sup>m</sup>,50 de large sur 3 mètres de long et 0<sup>m</sup>,50 de profondeur, à fond légèrement incliné de l'arrière à l'avant. Ces chaudières ont 0<sup>m</sup>,03 d'épaisseur et reposent sur des bandes de fer forgé *f* (*fig.* 11 et 12), de 0<sup>m</sup>,05 d'épaisseur sur 0<sup>m</sup>,30 de large, qui sont elles-mêmes portées sur des barres de fer *k* de 0<sup>m</sup>,08 de côté que soutiennent de petits murs en briques *p*, de 0<sup>m</sup>,15 d'épaisseur; la grille *a* 0<sup>m</sup>,50 de large et 3<sup>m</sup>,00 de long. On remplit les chaudières en une seule fois; après 24 heures de feu les liqueurs marquent 35 à 40° Baumé; on les fait alors couler par le canal en bois *e* (*fig.* 9) dans le bassin en bois doublé de briques *g*. Les eaux qui filtrent à travers les parois de ce bassin, sont recueillies dans la rigole *h* et remontées à l'aide d'une pompe dans le bassin *a*. Les liqueurs sont amenées par des conduits en bois dans 20 chau-

dières hémisphériques en fonte *c*, où on les amène jusqu'à consistance sirupeuse par 24 heures de feu; on transvase alors la masse pâteuse à la pelle dans des bassins en terre *d*, où elle se solidifie. On l'arrache au pic et on achève sa dessiccation dans un four en briques, rectangulaire, à double chauffe et à sole plate (*fig.* 13 et 14). Cette sole a 3 mètres de large sur 4 de long; elle est séparée par deux autels de 0<sup>m</sup>,20 de large sur 0<sup>m</sup>,15 de haut de deux chauffes latérales de 0<sup>m</sup>,40 de large sur 3<sup>m</sup>,00 de long dont les grilles n'ont qu'une longueur de 1<sup>m</sup>,50. La voûte du four est cylindrique, très-surbaissée et à 0<sup>m</sup>,60 à la clé au-dessus de la sole. La porte de chargement a 1<sup>m</sup>,00 de large. Elle est presque constamment fermée pendant le cours de l'opération, mais on a pratiqué dans les deux battants qui la ferment une ouverture de 0<sup>m</sup>,03 de diamètre qu'on laisse toujours ouvert pour donner accès à l'air. La flamme se rend à la cheminée par un rampant de 0<sup>m</sup>,30 de côté. On répartit uniformément la charge sur la sole et on renouvelle de temps en temps les surfaces avec un ringard. Chaque opération dure 6 heures. Quatre fourneaux accolés, semblables à celui que nous venons de décrire, produisent 6.720 kilog. de vitriolstein avec une consommation de 2.240 kilog. de houille.

Il résulte de ce qui précède que l'ensemble de la fabrication du vitriolstein est beaucoup mieux entendue et exige moins de main-d'œuvre à Weissgrün qu'à Hromitz; cette dernière usine tend néanmoins à entrer dans la voie des progrès, comme le prouve le four de calcination décrit ci-dessus; nous citerons encore comme un progrès bien plus important l'essai que l'on y fait

pour supprimer les chaudières de plomb et amener à 40° les eaux de lessivage dans des fours à réverbère (*fig.* 15 et 16), analogues à ceux employés avec succès dans les environs de Paris pour la fabrication du sulfate d'alumine. La sole de ces fours a 8<sup>m</sup>,00 de long sur 3<sup>m</sup>,00 de large et est très-notablement inclinée du rampant à l'autel, près duquel se trouve un trou pour donner l'écoulement des liqueurs concentrées, et qui la sépare de la chauffe dont la largeur est de 0<sup>m</sup>,40.

Les vitriolstein de Weissgrün et de Hromitz sont expédiés, à Radnitz, aux fabriques d'acide sulfurique fumant dont nous allons donner la description.

### 3° Fabrication de l'acide sulfurique fumant à Radnitz.

L'acide sulfurique fumant se prépare par la distillation sèche du vitriolstein.

Les cornues dans lesquelles s'opère cette distillation sont en terre réfractaire et ont, après la cuisson, 0<sup>m</sup>,25 de long, 0<sup>m</sup>,06 de diamètre au fond, 0<sup>m</sup>,11 au renflement et 0<sup>m</sup>,08 à l'ouverture; l'épaisseur des parois est de 0<sup>m</sup>,01; leur poids, avant la cuisson, est de 3<sup>k</sup>,90, et après de 2<sup>k</sup>,50. Avant de les employer on les recouvre d'un lut qui se laisse légèrement fritter par l'action du feu. Les récipients, en argile ordinaire, ont 0<sup>m</sup>,01 d'épaisseur et 0<sup>m</sup>,47 de long; leur diamètre extérieur est au fond de 0<sup>m</sup>,11, au renflement de 0<sup>m</sup>,13 et au goulot de 0<sup>m</sup>,07.

La partie supérieure du four est occupée par un seul rang de cornues de 0<sup>m</sup>,78 de long.

Les touries dans lesquelles on expédie l'acide

Cornues.

Touries.

sulfurique sont en grès et en contiennent 25 kil.; elles ont 0<sup>m</sup>,45 de hauteur et 0<sup>m</sup>,25 de diamètre.

On cuit les cornues, récipients et touries dans un petit four à poterie ordinaire ayant 2<sup>m</sup>,50 de long sur 1<sup>m</sup>,50 de largeur maximum et 1<sup>m</sup>,80 de hauteur à la clef; la grille, en briques, est placée dans l'intérieur du four. On charge dans le four 1.100 à 1.200 cornues ou récipients, ou 900 cornues et 100 touries. La cuisson dure deux jours et consomme 2.240 kil. de houille. La casse est de 2 à 8 p. 0/0.

Four  
de distillation.

Le fourneau à galère, qui reçoit les cornues, a une section rectangulaire; il se compose de deux parties essentiellement distinctes: la partie inférieure est un massif en maçonnerie renfermant le cendrier, la grille et le fond de la chauffe, qui règnent sur toute sa longueur; la partie supérieure est formée de deux murs verticaux à claire-voie, qui constituent les parois du fourneau et qui supportent les cornues. Cette dernière partie exige de fréquentes réparations.

La *fig. 17, Pl. V*, représente une coupe horizontale du fourneau à galère faite au niveau de la grille; la *fig. 18* en est une coupe verticale faite suivant l'axe de la grille et du fourneau; la *fig. 19* est une coupe perpendiculaire à cet axe; et la *fig. 20*, un plan au niveau de l'un des étages de cornues.

La grille a 4<sup>m</sup>,60 de long sur 0<sup>m</sup>,30 de large, et est en briques réfractaires de forme particulière, laissant entre elles des intervalles de 0<sup>m</sup>,02 de vide pour le passage de l'air. Il y a 3 largeurs de briques dans celle de la grille et 16 longueurs de briques dans celle de la grille; elles sont supportées par des voûtes en briques réfractaires placées

comme l'indiquent les *fig. 17* et *19*. La chauffe a 0<sup>m</sup>,50 de haut, 0<sup>m</sup>,30 de large en bas et 0<sup>m</sup>,50 à la partie supérieure. L'intérieur du four a 4<sup>m</sup>,60 de long sur 0<sup>m</sup>,50 de large. Il renferme quatre étages de petites cornues opposées bout à bout, et un étage supérieur de grandes cornues allant d'une paroi à l'autre du fourneau et dont l'ouverture se trouve alternativement sur chaque côté; cela fait en tout 288 cornues, dont 32 grandes et 256 petites. Les parois latérales du fourneau sont divisées en carrés par des briques horizontales de 0<sup>m</sup>,10 de large et 0<sup>m</sup>,05 d'épaisseur, et par des briques verticales de même largeur ayant 0<sup>m</sup>,05 d'épaisseur dans la partie tournée à l'extérieur, et 0<sup>m</sup>,03 dans celle tournée vers le foyer. On place 4 cornues dans chaque carré, en les séparant par de petites briques, et lutant ensuite les intervalles avec de la terre réfractaire. La voûte du fourneau est formée de briques plates simplement juxtaposées, échan-crées à leurs extrémités (*fig. 19*) pour donner passage à la flamme. Ordinairement il n'y a pas de cheminée; quelquefois cependant on en voit une petite de 0<sup>m</sup>,10 de large sur 0<sup>m</sup>,40 à 0<sup>m</sup>,50 de haut (*fig. 17*), qui s'étend sur tout le front du fourneau, au-dessus de la porte de chargement de la grille, tandis que l'extrémité opposée présente une sorte de rampant horizontal de 0<sup>m</sup>,50 de haut.

Le chargement dans les cornues du vitriolstein, préalablement concassé au marteau à main, se fait avec une cuiller en fer demi-cylindrique de 0<sup>m</sup>,30 de long et de 0<sup>m</sup>,05 de diamètre; chaque cornue en reçoit 2 cuillerées, ou environ 0<sup>k</sup>,88, que l'on refoule au fond de la cornue avec un petit râteau. On allume ensuite, sous la grille, la houille destinée à former la première charge; puis, au bout

Conduite  
de l'opération.

d'une heure à une heure et demie, on la jette sur la grille. On conduit d'abord le feu avec beaucoup de ménagement, en fermant la porte du cendrier et ouvrant plus ou moins celle de la chauffe; quelquefois même on le modère en jetant de la terre et des escarbilles sur la houille. Au bout de 4 heures les cornues de l'étage inférieur sont arrivées au rouge sombre; on place alors successivement les récipients qui entrent dans les cornues de 0<sup>m</sup>,05 environ, et on les lute immédiatement; les récipients du second étage s'appuient directement sur ceux du premier; ceux du troisième étage reposent sur des planchettes en bois placées sur les récipients du second étage et ainsi de suite (fig. 19). Les récipients sont légèrement inclinés et chacun d'eux renferme 0<sup>k</sup>,28 environ d'eau; on recueille dans la même eau l'acide provenant de quatre distillations consécutives, afin d'obtenir ce dernier au degré de concentration réclamé par le commerce. On continue à augmenter graduellement le feu, et au bout de trente à trente-six heures il ne se dégage plus aucunes vapeurs des cornues de l'étage supérieur et la distillation est terminée. On laisse alors refroidir pendant 12 heures et on enlève les récipients. On enlève alors le résidu des cornues; c'est du *colcothar* ou peroxyde de fer pulvérulent renfermant environ 6 1/2 p. o/o de sulfate de chaux; il forme les 30 à 35 centièmes du vitriolstein et est vendu à bas prix. Un ouvrier fait ensuite la revue de toutes les cornues, en les frappant à l'intérieur avec une petite baguette de fer; il reconnaît au son produit celles qui sont fêlées, et les marque en brisant la partie qui sort du fourneau. Un enfant qui le suit enlève les cornues fêlées et les remplace par des cornues neuves; un

autre enfant lute ensuite les joints avec de la terre. On procède après, comme ci-dessus, à un nouveau chargement.

Chaque opération dure en moyenne 48 heures et on en fait 3 par semaine. Le rendement en acide sulfurique fumant est de 50 p. o/o pour le vitriolstein de Hromitz et de 47 p. o/o pour celui de Weissgrün. On consomme 5 parties de houille pour 1 p. de vitriolstein à distiller. On remplace moyennement à chaque distillation 30 cornues, soit 1 sur 9,6 ou 10,42 sur 100, et 3 récipients, soit 1 sur 96 ou 1,04 sur 100.

Chaque usiné a un contre-maitre qui, moyennant 7<sup>f</sup>,55 par 100 kil. d'acide produit, se charge de la confection des cylindres, récipients, touries, de l'emballage et de la paie des ouvriers sous ses ordres, qui reçoivent chacun de 12<sup>f</sup>,40 à 31 fr. par mois.

La houille coûte 7 fr. les 1.000 kil. rendus à l'usine.

Le vitriolstein coûte 6 fr. les 100 kil. rendus à l'usine.

M. Stark possède à Radnitz trois fabriques d'acide sulfurique fumant où l'on fabrique annuellement 840.000 kil. d'acide. Les frais de direction et surveillance sont de 4.000 fr., soit 0<sup>f</sup>,47 pour 100 kil. d'acide.

Il résulte de ce qui précède que l'on peut établir ainsi qu'il suit le prix de revient brut de l'acide sulfurique fumant :

	fr.
Vitriolstein, 200 kil. à 6 fr. les 100 kil. . . . .	12,00
Houille, 1000 kil. à 7 fr. les 100 kil. . . . .	7,80
Main-d'œuvre, cylindres, récipients, touries, emballage. . . . .	7,55
Direction et surveillance. . . . .	0,47
Prix de revient brut des 100 kil. d'acide. . . . .	27,02

Consommations.  
— Produit.

Personnel. —  
Salaires.

Prix  
de la houille.

Prix  
du vitriolstein.

Direction, etc.

Prix de revient  
et de vente.

La somme des dépenses annuelles pour une fabrication de 840.000 kil. d'acide est donc de  $27,02 \times 8.400 = 226.968$  fr., ce qui correspond à un fonds de roulement pour 6 mois de moins de 150.000 fr.; le capital engagé dans la construction des trois usines ci-dessus peut être évalué à 350.000 fr.; soit en tout 500.000 fr., dont l'intérêt à 5 p. o/o est de 25.000 fr., qui répartis sur une fabrication de 840.000 kil., donnent 2,98 par 100 kil. : le prix de revient des 100 kil. d'acide, intérêt du capital et des fonds de roulement compris, est donc de 30,00.

Bénéfices.		fr.
	Le prix de vente à l'usine est de . . .	32,14
	Le prix de revient brut étant de . . .	27,02
	Le bénéfice par 100 kil. d'acide est de	5,12

Il en résulte que le bénéfice annuel est de  $5,12 \times 8.400 = 43.008$  fr., ce qui représente 8,60 p. o/o du capital engagé (500.000 fr.).

Théorie de la fabrication de l'acide sulfurique fumant.

La fabrication de l'acide sulfurique fumant repose sur la propriété qu'ont les sulfates de peroxyde de fer et d'alumine de laisser dégager sans décomposition, par la chaleur, tout l'acide qu'ils renferment. Le sulfate de protoxyde de fer, au contraire, n'en laisse dégager que la moitié; l'autre moitié se décompose en acide sulfureux qui s'échappe et en oxygène qui s'unit au protoxyde de fer pour le transformer en peroxyde; aussi il est indispensable de transformer en sel de peroxyde le sulfate de fer qui sert à cette fabrication, avant de le soumettre à la distillation sèche; c'est du reste ce que l'on fait pendant l'évaporation à siccité du sulfate, dont la base se peroxyde presque complètement aux dépens de l'air atmosphé-

rique comme l'indique l'analyse suivante d'un vitriolstein de Weissgrün, qui nous a donné :

Sulfate de protoxyde de fer . . .	6,50
Sulfate de peroxyde de fer . . .	58,80
Sulfate d'alumine . . . . .	16,00
Sulfates de chaux et de magnésie .	13,60
Eau . . . . .	5,10
	100,00

Par la distillation, en supposant que l'on recueille tout l'acide provenant des sulfates de peroxyde de fer et d'alumine et la moitié de celui du sulfate de protoxyde de fer, on obtiendrait 42,3 p. o/o d'acide anhydre; comme l'acide sulfurique contient de 10 à 11 p. o/o d'eau, 42,3 d'acide anhydre correspondent à 47,00 ou 47,52 d'acide sulfurique fumant. Nous avons vu que le vitriolstein de Weissgrün rend moyennement 47 p. o/o d'acide sulfurique fumant; la perte est donc complètement négligeable.

M. Anthon, directeur de l'usine de Weissgrün est parvenu à préparer de l'acide sulfurique fumant en chauffant fortement, dans une cornue en terre réfractaire, un mélange de plâtre et d'argile. La condition essentielle à la réussite de l'opération consiste dans une parfaite homogénéité du mélange.

Fabrication de l'acide sulfurique fumant par un mélange de gypse et d'argile.

#### IV. COMPARAISON DES USINES DU HARTZ ET DE LA BOHÈME.

Les usines de la Bohême sont beaucoup plus avantageusement situées sous tous les rapports que celles du Hartz, comme le montre la comparaison du tableau, p. 595, avec le prix de revient suivant, dressé par M. Le Play, des 100 kil. d'acide sulfurique fumant dans l'usine de Braunlage, au

Hartz, en 1829 (Annales des mines, 3<sup>e</sup> série, t. VII, p. 193) :

	fr.
Sulfate de fer desséché, 221 kil. . . . .	24,50
Bois de sapin, 3 stères, 20. . . . .	6,40
Main-d'œuvre. . . . .	5,00
Cornues, récipients, emballage. . . . .	1,50
Intérêt du capital. . . . .	3,17

---

38,57

dont il faut déduire :

110 k. de peroxyde de fer (colcothar). 0,80 }	1,30
Cendres de 3 stères, 20 de bois. . . . . 0,50 }	

---

Reste pour le prix de revient des 100 kil. . . 37,27

Aussi les usines de Bohême enlèvent peu à peu à celles du *Hartz* tous leurs anciens débouchés.

#### V. DE LA CONSOMMATION ET DE LA FABRICATION DE L'ACIDE SULFURIQUE FUMANT EN FRANCE.

On ne fabrique pas actuellement d'acide sulfurique fumant en France.

L'importation, qui a été de 10.000 kil. d'acide fumant, en 1835, est tombée, en 1841, à 3.500 k. d'acide tant fumant qu'ordinaire; cela tient probablement à son prix élevé, rendu à Paris, que l'on peut approximativement établir comme suit :

	fr.
Prix d'achat des 100 kil. à Radnitz. . . . .	32,14
Transport par terre (1000 kilom. à 0 <sup>e</sup> ,03 par kil.)	30,00
Droits d'entrée à la frontière. . . . .	49,61
Casse, commission, frais divers, évalués au quart des précédents. . . . .	27,95

---

Prix de revient des 100 kil. d'acide à Paris. . . . 139,70

On pourrait aisément fabriquer en France de l'acide sulfurique fumant à un prix beaucoup plus modéré. Il existe dans le département de l'Oise des terres pyriteuses et alumineuses qui seraient très-propres à cette fabrication. Elles sont exploitées aujourd'hui pour faire du sulfate de fer cristallisé et de l'alun. D'après M. Bineau (Annales des mines, 3<sup>e</sup> série, t. VII, p. 195), le sulfate de fer cristallisé coûte 7<sup>e</sup>,00 les 100 kil. et les magmas 7<sup>e</sup>,50; on retire encore de ces magmas, par une élaboration convenable, 52 p. o/o de sulfate de fer cristallisé et 32 p. o/o d'alun; les liqueurs primitives donnent 75 p. o/o de magmas. Pour faire de l'acide sulfurique fumant on soumettrait immédiatement ces liqueurs à une évaporation continue, comme à Weissgrün. Le prix des 100 kil. de magmas desséchés serait d'environ 7<sup>e</sup>,00 les 100 kil. Le lignite coûte 0<sup>e</sup>,40 et on peut admettre que les magmas très-riches en sulfate d'alumine, rendraient 50 p. o/o d'acide sulfurique fumant. Le prix de revient des 100 kil. d'acide fumant pourrait s'établir approximativement comme suit :

	fr.
Magmas desséchés, 200 kil. à 7 fr. les 100 kil.	14,00
Lignite, 1000 kil. à 4 fr. . . . .	4,00
Main-d'œuvre, cornues, récipients, touries, emballage, direction et surveillance (le tout évalué deux fois plus cher qu'en Bohême), intérêts du capital et des fonds de roulement.	19,00
Prix de revient des 100 kil. d'acide. . . . .	37,00

Il nous paraît certain que l'établissement d'une fabrique d'acide sulfurique fumant, dans cette localité, offrirait un bénéfice considérable, et qu'il n'y aurait pas lieu de s'effrayer de la faible quan-

tité de cet acide actuellement consommée en France, ce qui ne nous semble tenir qu'à son prix trop élevé.)

## RAPPORT

### *Sur l'explosion d'une locomotive dans la gare de Corbeil.*

Par M. BINEAU, Ingénieur en chef des mines.

Le 30 mars 1846 la machine n° 8 *Smeaton* du chemin de fer de Paris à Orléans a fait explosion à huit heures un quart du matin dans la gare de Corbeil.

Informé de l'accident, je me suis rendu de suite sur les lieux où je suis arrivé le même jour à quatre heures. La machine y était encore à la place et dans l'état où l'accident l'avait mise. Rien n'y avait encore été changé.

Voici les circonstances dans lesquelles cette explosion a eu lieu, les effets qu'elle a produits, et, à mon avis, la cause à laquelle elle est due.

#### § 1<sup>er</sup>. *Circonstances dans lesquelles l'explosion a eu lieu.*

Il allait être huit heures un quart et le convoi qui devait partir à huit heures un quart était prêt à se mettre en marche. La machine était attelée au convoi.

Le mécanicien a déclaré qu'au moment de l'explosion il venait de fermer le robinet qui introduit la vapeur dans le tender. Il est à peu près certain qu'en ce moment le robinet était fermé, car il a été retrouvé fermé après l'explosion et sa construction n'est pas telle qu'il puisse aisément se fermer de lui-même.

§ II. *Effets de l'explosion.*

Les voyageurs n'ont éprouvé aucun mal, il ne paraît pas même qu'ils aient senti le moindre choc. Ils n'ont eu de l'accident que la détonation, le nuage de vapeur qui a rempli la gare, et le retard que lent voyage a dû éprouver.

Ce retard a été de 30 minutes.

Le mécanicien et le chauffeur, qui étaient à leur poste sur la plate-forme de la machine et du tender, ont été enlevés et projetés à terre. Leurs brûlures et leurs contusions étaient sans gravité et ils se sont promptement rétablis.

La machine est restée en place sans faire un pas et presque sans bouger; son arrière a seulement très-légèrement dévié vers la droite.

C'est l'enveloppe extérieure de la boîte à feu qui s'est rompue et détachée.

Elle s'est détachée sur trois des faces de la boîte à feu, savoir : complètement sur sa face supérieure, à peu près complètement sur sa face latérale de gauche, aux deux tiers environ sur la face latérale de droite. La quatrième face, celle qui contient la porte du foyer, a seulement été déformée et bombée.

Les feuilles de tôle qui formaient cette enveloppe extérieure n'ont pas été projetées au loin, elles se sont rabattues sur la droite en restant adhérentes à la boîte à feu.

Le dôme, la soupape de sûreté qu'il renfermait, et le sifflet ont été lancés au loin. Le dôme a été retrouvé sur la droite à 300 mètres de distance.

En se séparant, l'enveloppe extérieure a entraîné avec elle les entretoises taraudées en cuivre qui la reliaient à l'enveloppe intérieure.

Cette enveloppe intérieure en cuivre ne s'est rompue en aucun point, elle s'est seulement déformée en divers endroits. Ces dépressions sont plus fortes sur le côté gauche que sur le côté droit; leur flèche est au maximum de 0<sup>m</sup>,18 à gauche et de 0<sup>m</sup>,06 à droite.

Le corps cylindrique de la chaudière n'a pas souffert, non plus que ses tubes et les tirants qui relient la boîte à feu à la boîte à fumée.

La tige d'échappement variable, suivant, par celle de ses extrémités où se trouve la poignée, le mouvement de projection des parties auxquelles elle était liée, tandis que son autre extrémité restait fixée à la boîte à fumée, est venue s'enrouler autour de la cheminée après avoir choqué le dôme de prise de vapeur.

L'essieu coudé a été rompu près du collet de la roue de gauche qui s'est détachée et est tombée sur la voie, le longeron extérieur de gauche ayant lui-même été rompu. Au point où cet essieu s'est brisé, on reconnaît la trace des mises qui ont servi à le fabriquer et qui conséquemment n'ont pas été parfaitement soudées. On y voit aussi quelques facettes.

L'essieu postérieur droit a été fortement courbé.

L'arrière de la machine a très-légèrement dévié vers la droite. La boîte à graisse de gauche est sortie de ses plaques de garde, et la machine est venue s'appuyer sur le sol par le fond de sa boîte à feu, un peu en avant de ses roues de derrière.

Le tender n'a pas éprouvé d'avaries notables. L'un de ses deux crochets d'avant a seulement été rompu.

Le rail de droite a été brisé sous la roue d'ar-

rière. Le rail de gauche a seulement été éraillé sur le bord intérieur de son champignon.

Le plancher en bois du quai de l'embarcadère a été brisé sur plusieurs mètres de longueur.

Ces divers effets sont représentés sur les *fig. 1, 2 et 3, Pl. VI.*

Ces effets sont d'accord les uns avec les autres et faciles à comprendre.

L'enveloppe de la boîte à feu s'est sans doute rompue en même temps dans sa partie supérieure et sur les deux faces latérales, et c'est pour cela que la machine est restée en place.

Si l'un des côtés seulement s'était rompu, la machine aurait été jetée de côté; si la face postérieure verticale de la boîte à feu eût éclaté, la machine aurait avancé; et dans ces deux hypothèses, dans la première surtout, l'explosion aurait pu devenir funeste aux voyageurs.

Au lieu de cela, le haut et les deux côtés se déchirant simultanément, toute la réaction s'est exercée du haut en bas et a porté sur la voie, de sorte que la machine est restée en place et presque sans bouger. C'est cette circonstance qui a sauvé le convoi.

Toutefois la déchirure de gauche a un peu précédé celle de droite, elle est un peu plus considérable; et, par suite, c'est vers la droite que la réaction s'est principalement opérée.

C'est pour cela que l'arrière de la machine a un peu dévié vers la droite: un mouvement de réaction des ressorts aura sans doute soulevé l'arrière, et l'effort latéral l'aura alors jeté à la droite de la voie.

C'est pour cela que les objets lancés en l'air sont retombés sur la droite.

C'est pour cela enfin que le rail de droite s'est brisé.

Quant à la rupture à gauche de l'essieu coudé on peut l'attribuer en partie à la faiblesse que cet essieu présentait en cet endroit à raison du défaut de fabrication qui s'y trouvait.

### § III. Cause de l'explosion.

Quelle est la cause de l'explosion?

A mon avis, c'est un excès de tension de la vapeur.

Construite en Angleterre en 1839 par MM. Todd, Kitson et Laird de Leeds, cette machine avait depuis cette époque fait, sur les chemins d'Orléans et de Corbeil, 54.430 kilomètres.

Pendant ce travail, peu considérable du reste, elle n'avait éprouvé aucun accident de nature à diminuer la résistance de sa chaudière.

Cette résistance n'a pu d'ailleurs s'altérer notablement par l'effet seul du travail; l'enveloppe extérieure de la boîte à feu ne subit pas l'action du foyer et ne peut guère s'altérer par l'usage. L'épaisseur de la tôle dont elle est formée est partout la même, et je n'ai pu y reconnaître aucun point où cette épaisseur eût été réduite accidentellement, ce qui d'ailleurs aurait peut-être donné lieu à une déchirure plutôt qu'à une explosion générale.

Les entretoises qui relient l'enveloppe extérieure à l'enveloppe intérieure avaient été en partie changées et fortifiées en février 1845 et aucune d'elles ne paraît avoir fait défaut, de sorte qu'on ne peut admettre que l'efficacité de ces entretoises aurait été diminuée par le temps.

Si donc, après avoir fonctionné pendant plu-

sieurs années, cette partie de la chaudière est ainsi venue à se rompre d'elle-même sous l'effort de la vapeur, c'est sans doute parce que la tension s'est élevée au-dessus de son degré habituel.

Quelle a été cette tension ?

Il est impossible de le constater. Cette machine n'avait pas de manomètre; la soupape de sûreté placé sur la boîte à feu a été projetée et détruite par l'explosion; la seconde soupape placée à l'avant, près de la cheminée, est restée intacte, mais l'inspection que j'en ai faite m'a fait reconnaître qu'au moment de l'accident le ressort de pression était serré à fond, de sorte que cette soupape ne pouvait jouer.

Il est donc presque certain qu'il y a eu excès de tension de la vapeur, mais on ne peut en préciser le degré.

Il faut d'ailleurs remarquer à ce sujet que cet excès a pu n'être pas très-considérable, voici pourquoi. L'épaisseur de la tôle est de 9 à 10 millimètres, et elle est par conséquent suffisante pour la tension de 5 atmosphères pour laquelle la machine était autorisée, mais les déchirures des feuilles qui se sont rompues indiquent partout une tôle puddlée de médiocre qualité et par conséquent de peu de résistance. D'un autre côté, la chaudière porte bien le timbre 5 qui constate qu'elle a été éprouvée pour la pression de 5 atmosphères; mais, lorsqu'on a fait cette épreuve en juillet 1840, on a appliqué à cette chaudière, ainsi que l'indique le procès-verbal d'épreuve, le bénéfice de l'ordonnance royale du 22 juillet 1839, c'est-à-dire que la pression d'épreuve a été seulement d'une fois et demie la pression effective au lieu d'en être le double comme elle serait aujourd'hui.

d'hui. Ainsi cette épreuve a été faite seulement à 6 atmosphères de pression effective, soit à 7 atmosphères de pression absolue, de sorte que pour produire l'explosion il suffisait à la rigueur que la vapeur s'élevât au-dessus de 7 atmosphères, soit à 2 atmosphères au-dessus de son degré habituel.

Maintenant, et quel que fût cet excès de pression, comment a-t-il pu se produire ?

Il ne peut être dû qu'à l'imprudence ou au défaut de soin du mécanicien.

La machine avait travaillé la veille; puis le soir on avait, suivant l'usage, mis de l'eau dans la chaudière, couvert le feu, et placé sur la cheminée le capuchon qui arrête le tirage. Le 30 au matin le feu avait été ranimé, et le mécanicien, après avoir fait dans la gare les mouvements nécessaires pour activer le feu et pour remplacer dans la chaudière la petite quantité d'eau qui s'était évaporée pendant la nuit, était venu se placer en tête du convoi. Il faut qu'en préparant sa machine il ait trop activé son feu; il faut en outre que le ressort de sa seconde soupape de sûreté ait été complètement serré comme celui de la première, ou du moins serré au-delà de la pression de 5 atmosphères.

Y a-t-il eu au moment de l'accident quelque manœuvre, quelque léger ébranlement qui ait pu aider à déterminer l'explosion ?

Le mécanicien a déclaré, lorsque son état a permis de l'interroger, qu'avant l'explosion il avait introduit la vapeur dans le tender pour en échauffer l'eau, et qu'au moment de l'explosion il venait de fermer le robinet et d'arrêter par suite cet écoulement de vapeur.

Il n'est pas impossible que cette interruption d'écoulement ait contribué à déterminer l'explosion, mais pour qu'il en ait été ainsi il faut toujours qu'à ce moment, et depuis quelques instants déjà, il y ait eu un excès de tension.

Cette question du reste est de peu d'intérêt.

#### § IV. Conclusions.

Dés observations qui précèdent il me paraît résulter clairement que cette explosion a eu pour unique cause un excès de tension de la vapeur, et qu'elle est due à l'imprudence ou à la négligence du mécanicien.

Cet accident fournit d'ailleurs une nouvelle preuve de l'insuffisance des soupapes de sûreté et de la nécessité des appareils manométriques. Les indications des soupapes de sûreté des locomotives sont rarement exactes à raison du mode de construction de ces soupapes, et les manomètres sont nécessaires pour indiquer la véritable pression de la vapeur.

## RAPPORT

*Sur l'explosion d'une chaudière à vapeur, le 13 août 1847, dans les ateliers de M. Remery, Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme).*

Par M. BOILLEAU, élève ingénieur des mines.

Le 13 août 1847, à trois heures moins quelques minutes, une explosion de chaudière à vapeur a eu lieu dans les ateliers de construction de voitures désignés sous le nom de leur ancien propriétaire M. Remery. Cette usine, située dans l'un des faubourgs de la ville de Clermont-Ferrand, appartient aujourd'hui à une compagnie d'actionnaires dont M. Chabonnel est le gérant.

La chaudière qui a éclaté fournissait de la vapeur à une petite machine de la force de quatre chevaux, destinée à communiquer le mouvement à un ventilateur employé au service des forges. Elle sortait des ateliers de MM. Barbier et Daubrée, à Clermont-Ferrand.

La disposition de cet appareil était comme suit (*fig. 1 et 2, Pl. VII*) :

Un bouilleur cylindrique horizontal en tôle de 0<sup>m</sup>,50 de diamètre, et 4<sup>m</sup>,15 de longueur, auquel était superposé un cylindre placé horizontalement aussi, ayant même diamètre, et une longueur de 2<sup>m</sup>,80.

La surface totale de chauffe était de 6<sup>m</sup>.<sup>car.</sup>58. Les flammes circulaient d'abord autour du bouilleur, puis remontaient au cylindre supérieur, qu'elles atteignaient en premier lieu dans la por-

tion opposée à la grille, et s'échappaient par une cheminée adossée à un des murs de l'atelier.

La chaudière était timbrée à 5 atmosphères; le diamètre 0<sup>m</sup>,032 des soupapes se rapportait ou plutôt était un peu supérieur à celui déterminé par la formule  $d = 2,6 \sqrt{\frac{5}{n-0,412}}$ . Ces soupapes étaient en bon état; chacune d'elles était chargée d'un poids de 5 kilog. par l'intermédiaire d'un levier dont les bras étaient entre eux dans le rapport de 1 à 7. Ces poids étaient légèrement exagérés; ils eussent correspondu à un timbre de 5 atmosphères, 214, sans même tenir compte dans le calcul du poids de la soupape et de la pression du levier.

La chaudière fonctionnait sans interruption depuis le mois d'avril 1846; elle était munie en outre des soupapes dont il vient d'être parlé, d'un flotteur et d'un sifflet d'alarme: un manomètre à air comprimé indiquait les variations de pression au chauffeur, et ce dernier, du reste, était en exercice depuis environ neuf mois.

La chaudière était en activité douze heures par jour, à l'exception du dimanche pendant lequel le travail était de quatre heures seulement. Au milieu de la journée, vers deux heures les ouvriers se retiraient pour aller prendre leur repas; auparavant, le chauffeur avait soin de laisser graduellement tomber le feu, puis il fermait la grille après avoir porté l'eau d'alimentation dans le générateur à un niveau un peu supérieur au niveau normal; il revenait quelques instants avant les autres ouvriers, à trois heures moins dix ou douze minutes, de manière à tout disposer, pour que la force mo-

trice ne manquât point lors de la reprise du travail.

C'est dans cette période d'intermittence qu'a eu lieu l'explosion de l'appareil. Les ateliers étaient encore déserts. Le chauffeur venait de retourner à son poste depuis très-peu de temps; il était occupé à passer les courroies autour du ventilateur pour la transmission du mouvement, un aide ouvrait la soupape qui règle l'admission de la vapeur dans le cylindre de la machine; deux ouvriers communiquaient l'impulsion première au balancier. A ce moment une série de détonations s'est fait entendre, puis la chaudière a éclaté. Avertis par les premiers craquements, les ouvriers placés au balancier ont eu le temps de s'enfuir; un autre de leurs camarades qui venait de rentrer dans l'atelier s'est jeté sous un établi de charpente; mais le chauffeur a été légèrement blessé, et l'aide dont il a été parlé ci-dessus a été grièvement atteint et couvert de brûlures: le malheureux est mort à l'hôpital dans la nuit qui a suivi l'accident.

Les murs de l'atelier limitrophes à la chaudière ont été renversés; un ouvrier endormi dans un wagon a été enseveli sous les décombres, mais par un hasard merveilleux il en a été retiré sans contusions. La cheminée de la machine a tourné en quelque sorte autour de l'un de ses angles et a été tellement fissurée qu'on a dû la démolir. Quant à la chaudière elle-même, le générateur supérieur a seul éclaté, et le bouilleur est resté parfaitement intact (*fig. 3 et 4, Pl. VII*).

Le cylindre du générateur était formé de quatre feuilles de tôle assemblées à rivets, et il était terminé par deux calottes hémisphériques. La rupture s'est faite, suivant une des génératrices, à 0<sup>m</sup>,15 en-

viron au-dessus de l'arête inférieure; elle s'étend sur toute la longueur d'une des feuilles en tôle, à savoir sur 1<sup>m</sup>,37, à partir de l'extrémité de l'appareil opposée à la grille, jusqu'à une ligne de rivets qu'elle suit en la contournant. Cette ligne de rupture formerait la base d'un fragment (*fig. 5*) ayant une largeur maximum de 0<sup>m</sup>,29, et pesant 28 kilog., lequel fragment a été arraché par la force expansive de la vapeur et projeté à quelques mètres du lieu de l'explosion. On l'a retrouvé (en M, *fig. 3*) au milieu des décombres du mur de séparation de l'atelier dans lequel sont situées les forges avec celui de montage; il correspond à la partie latérale du générateur et comprend toute une ligne de rivets reliant la feuille de tôle, dont la majeure portion du fragment fait partie, à celle venant s'adapter à la précédente, de manière à compléter la surface cylindrique et dont une petite portion a été également arrachée.

Le fragment dont nous venons de donner la description était situé précisément à l'endroit où les flammes arrivant sur le générateur la température devait atteindre son maximum. C'est le seul débris qui ait été projeté concurremment, du reste, avec quelques briques qui ont été lancées dans un jardin adjacent à l'atelier, à travers la brèche ouverte dans le mur, et aussi avec le sifflet d'alarme que l'on a retrouvé dans l'atelier même à une dizaine de mètres de la chaudière.

Cette dernière a été renversée sur la face latérale opposée à celle suivant laquelle s'est faite la rupture, et le foyer a été complètement démoli.

Il est très-facile de se rendre compte des effets mécaniques dus à l'explosion. Une trombe d'eau et de vapeur s'est échappée par la ligne de rup-

ture dont nous avons parlé plus haut, et qui s'est ouverte en deux ou trois reprises; cette trombe a déterminé l'arrachement du fragment ci-dessus mentionné, la démolition des murs adjacents et la projection des briques dans le jardin limitrophe aux ateliers. En vertu d'une réaction en sens contraire, la surface de la chaudière, déjà séparée en deux parties par l'enlèvement de la pièce de 28 kilog., a été en quelque sorte aplanie et poussée vers les forges; il y a eu, dans cette nouvelle direction, projection d'eau bouillante, de briques et du sifflet d'alarme, et c'est par le courant ainsi orienté qu'ont été atteints le chauffeur et son aide.

Quant à la cause de l'explosion, nous avons déjà signalé la surcharge des poids aux soupapes; mais cette surcharge équivalant à 1/4 d'atmosphère n'a pu seule occasionner l'accident, d'autant plus qu'au dire du chauffeur et du mécanicien l'on n'atteignait jamais la pression de 5 atmosphères, et qu'au moment même de l'événement le manomètre indiquait à peine 4 atmosphères 8. Au dire de ces mêmes ouvriers et de tous ceux que nous avons eu occasion d'interroger, le sifflet ne se faisait point entendre lorsque la chaudière a éclaté, le flotteur indiquait un niveau d'eau convenable, en un mot l'appareil était dans l'état normal d'alimentation.

En étudiant le générateur lui-même, nous avons observé un dépôt assez abondant de tartre adhérent aux parois du cylindre au-dessous de la génératrice suivant laquelle il s'est ouvert. Le tartre était particulièrement concentré à l'extrémité postérieure de l'appareil; il était beaucoup moins épais du côté de la grille, c'est-à-dire dans la portion qui a résisté. Ce fait nous a été expliqué par la difficulté beaucoup plus grande qu'of-

frait le nettoyage dans la partie où s'étaient accumulées les croûtes incrustantes. Le nettoyage s'effectuait tous les vingt jours environ, vu la nature des eaux de puits employées pour l'alimentation, et l'on était à la veille de le renouveler.

La tôle avait une épaisseur moyenne de  $0^m,007$ ; au point où nous l'avons trouvée la plus faible, cette épaisseur se réduisait à  $0^m,0065$ ; mais le nombre théorique serait  $0^m,0066$ , et la différence est trop faible entre ce dernier nombre et le précédent pour qu'on soit fondé à chercher dans cette différence l'explication de l'accident. La qualité même de la tôle nous fournit une explication beaucoup plus sérieuse à notre avis : cette qualité était très-défectueuse dans la feuille qui a éclaté. Les fibres du métal se trouvaient disposées dans le sens du générateur; il n'offrait point une cassure homogène. La structure en était schistoïde; on eût dit une soule de lamelles superposées, laissant entre elles des vides, et dont les unes étaient ternes et compactes, tandis que les autres présentaient un grain cristallin d'une couleur éclatante, analogue à celle de certains fers aciers. Que cette tôle ait été telle dans l'origine, ou qu'elle ait subi un arrangement moléculaire différent du primitif, tant par les pressions qu'elle supportait depuis seize mois, que par les coups de feu auxquels elle était particulièrement sujette par sa position, ainsi que nous l'avons fait remarquer, c'est un point presque insoluble pour nous. Nous avons toutefois cherché à l'éclaircir : dans ce but, nous avons observé également les propriétés des autres feuilles de tôle, et notamment dans la partie supérieure du générateur, qui n'était jamais atteinte par la flamme. Les défauts signalés dans la feuille dont

nous parlions ci-dessus existent également dans les autres, mais dans une proportion beaucoup moindre; tout semble donc porter à conclure que la qualité de la tôle était probablement mauvaise dès le début, mais qu'elle a été considérablement détériorée par l'usage et surtout par les coups de feu qu'elle a dû subir dans la partie du cylindre où s'est faite la rupture.

Que si l'on combine maintenant toutes les circonstances que nous venons de passer successivement en revue, à savoir :

La surcharge des poids des soupapes équivalant à  $1/4$  d'atmosphère en excès du timbre;

L'existence de dépôts assez épais dans le fond du générateur et dans la partie opposée à la grille, et, surtout dans cette même partie, le défaut d'homogénéité de la tôle, défaut infiniment plus exagéré que partout ailleurs.

Que si l'on remarque aussi, comme on l'a déjà dit plusieurs fois, que l'explosion a eu lieu précisément au point le plus chauffé du générateur, au-dessus de l'endroit où le tartre était particulièrement concentré, dans la région de plus grande détérioration de la tôle, et au moment même où après une suspension de travail l'aide-chauffeur venait d'ouvrir la soupape qui fermait le tuyau conduisant la vapeur dans le cylindre;

L'on sera conduit à établir les conclusions suivantes :

1° La chaudière qui a éclaté avait subi dans l'origine l'épreuve légale correspondant à une tension intérieure de 5 atmosphères; mais depuis il est infiniment probable, comme l'indique la surcharge des soupapes, qu'elle avait souvent fonctionné à une tension supérieure;

2° La tôle employée pour la confection du générateur était d'une qualité très-inférieure; de plus elle avait subi une détérioration notable et excessivement marquée dans la partie de l'appareil où la rupture s'est faite;

3° Cette détérioration était due sans doute tant à des coups de feu qu'au dépôt de tartre, abondant surtout dans cette portion du cylindre.

4° L'explosion s'est faite précisément au moment où par l'ouverture d'une soupape l'aide-chauffeur venait de produire une ébullition très-vive dans la chaudière. On n'a pas pu vérifier l'état du sifflet et du flotteur qui avaient été brisés par la secousse; mais peut-être ces indicateurs étaient-ils, ce qui arrive souvent, hors d'état de fonctionner, et n'ont-ils pu ainsi accuser une baisse de niveau dans l'intérieur de l'appareil, circonstance rendue probable, tant par l'heure de la journée à laquelle est arrivé l'accident, que par la partie du cylindre qui s'est déchirée.

5° Il n'y a pas lieu à intenter de poursuite contre les propriétaires de la machine; ils ignoraient le fait de surcharge, ne pouvaient soupçonner la mauvaise qualité de la tôle, et se montraient soigneux pour le nettoyage de leur appareil. Toutefois nous devons signaler une contravention à l'article 77 de la loi du 22 mai 1843.

## NOTE

*Sur un accident survenu, le 18 août 1846, au moulin à vapeur de Nicey, arrondissement de Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or).*

Par M. L. GUILLEBOT DE NERVILLE, ingénieur des mines.

Le sieur Gillon, propriétaire d'un moulin situé à Nicey, arrondissement de Châtillon-sur-Seine, sur un très-faible cours d'eau, y fit établir, pendant l'été de 1846, une machine à vapeur de la force de six chevaux, destinée à faire mouvoir deux paires de meules.

Cette machine (à cylindre oscillant) fut construite par le sieur Robert, mécanicien à Châtillon-sur-Seine, qui eut le tort d'en confier la pose à son fils, jeune homme inexpérimenté de dix-huit à dix-neuf ans.

La chaudière, de forme cylindrique, en tôle de 0<sup>m</sup>,009 d'épaisseur, armée d'un bouilleur aussi en tôle, avec fermeture autoclave en fonte, sortait des ateliers de Pihet, à Paris (1); elle avait été éprouvée et timbrée, ainsi que le cylindre moteur, pour une pression de 5 atmosphères, et elle était munie de tous les appareils de sûreté prescrits par l'ordonnance royale du 22 mai 1843; mais l'imprudence de son propriétaire devait rendre inutiles ces appareils.

(1) La capacité de la chaudière et du bouilleur réunis était de 2.420 litres; leur surface totale de chauffe, de 11 mètres carrés 65 décimètres carrés.

Il n'y avait point encore de permission régulière de fonctionner; toutefois, sur l'avis réitéré du garde-mines de l'arrondissement de Châtillon-sur-Seine, le propriétaire avait déposé à la sous-préfecture une demande et un plan, et, mettant à profit les délais de l'instance, il se considérait comme tacitement autorisé à mettre sa machine en mouvement.

Le 7 août 1846 la machine fut mise en activité par le fils du mécanicien Robert, en présence du propriétaire, M. Gillon, et de son fermier, le sieur Bréjon, qui devait être désormais seul chargé de la conduite du feu. Le jeu de la machine étant devenu un instant difficile, le jeune Robert n'hésita pas, pour vaincre cette résistance momentanée, à caler les soupapes de sûreté de la chaudière.

Ce fut ce mauvais exemple qui détermina l'accident du 18 août.

Effectivement, le 18 août, à onze heures du matin, le sieur Bréjon, meunier fort inintelligent, éprouvant de nouveau une résistance dans le jeu de sa machine ne trouva rien de mieux à faire que d'imiter le fils du constructeur Robert, il cala avec des coins en bois et en fer les deux soupapes de sûreté de la chaudière et revint dans la chambre de la machine où il ne tarda pas, en outre, à fermer le robinet d'admission de vapeur. Immédiatement une détonation violente se fit entendre; le collet de l'armature en fonte, formant la tête autoclave du bouilleur, s'était rompu sous l'excès de pression de la vapeur, et la plaque de fermeture, du poids d'environ 40 kilog., avait été lancée dans un verger voisin à 48 mètres de distance,

coupant, sur son trajet, une branche d'arbre d'un décimètre de diamètre.

Personne heureusement n'avait été atteint ni par les éclats de fonte ni par l'eau bouillante. La partie du fourneau en contact avec la tête du bouilleur était démolie, mais la chaudière conservait sa position et son axe n'était pas dérangé.

Lors de l'accident, le garde-mines de Châtillon était en tournée dans une autre partie de son arrondissement, quand il fut prévenu et vint visiter les lieux, on avait déplacé et dénaturé en partie les traces de l'explosion et l'on s'occupait de la réparation du fourneau.

Il m'adressa son rapport le 23 août, et j'en écrivis, le 24, à M. le préfet de la Côte-d'Or.

Enfin, bien que la chaudière fût déjà réparée au moment où je recevais l'avis de l'accident, je me transportai sur les lieux le 29 août et j'y fis une enquête qui me confirma les faits précédents que m'avait appris, à peu d'exceptions près, le rapport de mon garde-mines.

La *Pl. VII* présente un plan (*fig. 6*) et deux élévations (*fig. 7* et *8*) donnant une idée précise de la disposition des bâtiments du moulin et du fourneau de la chaudière à vapeur; la *fig. 9* est le dessin géométrique de la tête autoclave du bouilleur, et la *fig. 10* donne le croquis du collet annulaire en fonte après sa rupture.

J'ai examiné ceux des débris du collet annulaire en fonte qui avaient été conservés. J'ai reconnu :

1° Que ce collet d'une épaisseur moyenne de 25 à 30 millimètres avait été rompu circulairement à une distance de 0<sup>m</sup>,045 à 0<sup>m</sup>,050 de la ligne des rivets qui le réunissait à la tôle du bouilleur.

2° Que la fonte dont il était formé était de

mauvaise qualité, offrant peu de ténacité, d'un grain inégal et qu'elle présentait de nombreuses soufflures dont l'une envahissait la moitié de l'épaisseur du collet et se prolongeait sur une longueur de 22 centimètres.

### RAPPORT

*Sur l'explosion d'une chaudière à vapeur arrivée le 22 avril 1847, chez le sieur Stolz, rue Coquenard, n° 22.*

Par M. H. DE SÉNARMONT, ingénieur des mines.

Le sieur Stolz, mécanicien, rue Coquenard, n° 22, fait usage, pour le service de sa machine, d'une chaudière cylindrique de deuxième catégorie de 1<sup>m</sup>,90 de longueur sur 0<sup>m</sup>,65 de diamètre, avec un bouilleur de 2 mètres sur 0<sup>m</sup>,50, timbrée à 5 atmosphères.

Le 22 avril, à neuf heures du matin, au moment où les ouvriers reprenaient leur travail après le déjeuner et que la machine, arrêtée depuis une heure environ, était remise en mouvement, la chaudière a fait explosion avec un bruit comparable à un coup de canon; le hangar qui la recouvrait a été anéanti; des briques, des plâtras et des éclats de bois ont été lancés avec force dans différentes directions et à de très-grandes distances. Ces projectiles et la violence de la commotion ont brisé une quantité de carreaux dans l'atelier et dans les maisons avoisinantes; personne n'a d'ailleurs été atteint, et le dommage se réduit à quelques dégâts matériels de médiocre importance et faciles à réparer.

Le fourneau était placé sous un petit hangar de construction légère, couvert en zinc, au coin d'une cour sur laquelle ce hangar tirait des jours de deux côtés; du troisième, il était adossé à un mur d'un mètre d'épaisseur, qui le séparait d'une propriété voisine occupée par un lavoir; du quatrième,

il était contigu à l'atelier auquel il communiquait par une porte.

L'effort s'est porté du côté de la cour; il ne reste pas vestige du hangar; le mur d'un mètre n'a pas souffert, non plus que la cheminée, et rien n'a été projeté du côté de l'atelier, où se trouvaient en ce moment une vingtaine d'ouvriers, l'expansion de la vapeur y a seulement enfoncé quelques vitrages.

La chaudière portait tous les appareils de sûreté prescrits par les ordonnances; le sieur Stolz nous a affirmé qu'il les avait fait jouer le matin même, et nous n'avons, comme on le verra plus loin, aucune raison de douter de ce fait. Elle était pleine d'eau au moment de l'explosion: les cendres délayées qui la couvrent, et les éclaboussures d'eau et de boue qui ont inondé les murailles et les ruines du fourneau, en sont la preuve.

La chaudière a été évidemment soulevée et renversée sur les ruines du fourneau. Ce mouvement s'explique facilement par la force verticale de réaction développée de bas en haut au moment de la déchirure, qui a commencé, comme on le verra plus loin, suivant la génératrice inférieure du cylindre. L'arrachement suit à peu près cette génératrice entre les deux tubulures, n'atteint pas tout à fait la tubulure la plus rapprochée du foyer, contourne l'autre, et vers les deux extrémités remonte en biais. Le lambeau de tôle détaché ainsi, et qui forme presque une moitié de la surface du cylindre, est déroulé et entièrement développé; la calotte opposée au foyer est séparée du reste par une déchirure presque circulaire sur les trois quarts de son contour. La *fig. 11, Pl. VII* représente la disposition des pièces brisées mieux qu'une description ne pourrait le faire.

En examinant la tôle, on reconnaît qu'elle est de très-mauvaise qualité et mal soudée; on suit partout, dans les déchirures, une ligne noire au milieu de son épaisseur; et en beaucoup d'endroits, cette ligne devient une véritable paille dans laquelle on peut faire pénétrer un burin. D'autres pailles de 7 à 8 centimètres de longueur, et qui paraissent traverser obliquement la tôle de l'intérieur à l'extérieur, se montrent également dans la partie du dôme qui n'a pas souffert.

Entre les deux tubulures et suivant la génératrice inférieure du cylindre de la chaudière, la tôle est excessivement amincie. Son épaisseur se réduit à rien sur plus de 0<sup>m</sup>,40 de longueur, et sur 0<sup>m</sup>,20 au moins il n'y a même pas eu de déchirure; *les biseaux tranchants des parties disjointes n'étaient pas adhérents entre eux; il y avait une fente ancienne, et depuis longtemps elle donnait passage à un suintement d'eau.*

Pour arrêter cette fuite, on avait appliqué intérieurement un morceau de tôle rectangulaire de 0<sup>m</sup>,30 environ de longueur, sur 0<sup>m</sup>,05 de large, fixé aux deux extrémités *par un boulon seulement sans écrou et vissé dans la tôle amincie.* On ne comprend pas le but de ce travail, qui paraît dater d'au moins six mois, et n'était pas plus propre à arrêter la fuite que le tartre même qui se déposait au fond de la chaudière.

La machine du sieur Stolz a un excès de force, et fonctionne habituellement à très-basse pression. On peut seulement s'expliquer ainsi que le générateur ait résisté plusieurs mois dans un pareil état.

Quand une chaudière est éprouvée à la presse hydraulique et que la tôle se fend, la déchirure

une fois commencée s'allonge et se propage subitement dans les parties les plus saines; il suffit d'avoir vu cet effet, tout à fait comparable à l'extrême facilité avec laquelle une étoffe se déchire une fois que la lisière est rompue, pour comprendre qu'une pression assez faible ait été capable d'étendre la fente déjà existante et la déchirure commencée dans la paroi amincie aux portions de la tôle encore inaltérées, et de développer ainsi une moitié de la paroi cylindrique.

L'explosion arrivée chez le sieur Stolz est donc le résultat évident de la négligence et de l'incurie; incurie d'autant plus coupable qu'elle n'a pas même l'ignorance pour excuse; on connaissait l'état de la chaudière, puisqu'on avait essayé d'y porter remède; on avait, il est vrai, employé un moyen qui n'aurait pas dû venir à l'esprit même de l'ouvrier le plus inexpérimenté et le plus maladroit; car les deux trous qu'on avait percés et taraudés dans la tôle auraient dû au moins servir à reconnaître qu'elle n'avait pas en ce point plus d'un ou deux millimètres d'épaisseur.

Les causes immédiates de l'explosion sont évidentes, et aucun doute n'est permis à cet égard. On peut maintenant se demander quelle est la cause première de l'amincissement qui forme un large sillon suivant la génératrice inférieure de la chaudière, et pourquoi l'explosion a eu lieu précisément au moment de la mise en train.

Un remplissage en briques de champ fermait l'espace rectangulaire compris entre la chaudière, les tubulures et le bouilleur; ce remplissage formait la séparation des carneaux, et l'amincissement longe cette cloison dans toute son étendue. Une épaisse couche d'oxyde de fer incruste la

tôle suivant cet angle rentrant, se prolonge d'un côté jusqu'à la tubulure la plus rapprochée du foyer, et, de l'autre, après avoir enveloppé la clouure de la seconde tubulure, descend verticalement le long de celle-ci en formant une bande à laquelle correspond également un amincissement de la tôle.

Cette double direction de la bande d'oxyde est celle que prendrait un suintement qui se produirait à la clouure de jonction de la chaudière et de la tubulure la plus éloignée du foyer, et dont une partie suivrait le joint des briques avec la génératrice horizontale de la chaudière, tandis qu'une autre partie descendrait le long de la tubulure elle-même.

C'est à ce suintement que j'attribue l'oxydation locale de la tôle et son amincissement. Le sieur Lemaître, chaudronnier, qui visitait en même temps que moi la chaudière du sieur Stolz, partage entièrement cette manière de voir.

La destruction de la paroi a pu d'ailleurs être favorisée par la mauvaise qualité du fer et par les pailles dont il est rempli.

La coïncidence de l'explosion avec la mise en train s'explique moins facilement, bien que ce fait très-général doive avoir une cause, qui, dans cette circonstance, ne peut être le défaut d'alimentation auquel on l'a souvent attribué. Je hasarderai ici quelques idées, plutôt comme des inductions sur ce qui est possible que sur ce qui est probable.

Pendant l'inaction de la chaudière, la tension de la vapeur a dû monter. Il y a donc lieu de supposer que les résistances avaient atteint leurs dernières limites; mais comment un écoulement

offert à la vapeur a-t-il pu déterminer la rupture de cet équilibre ?

Quand la vapeur s'échappe, il en résulte une force de réaction qui tend à déplacer le vase dans une direction opposée; et quand l'orifice est ouvert sur le dôme d'une chaudière, celle-ci est pressée sur son fourneau par une force correspondante. Indépendamment des autres efforts auxquels elle doit résister, elle commence immédiatement à fonctionner comme un corps supporté par des points d'appui et pressé, en face de la prise de vapeur, par une force qui se trouve rétablie et suspendue à chaque coup de piston.

A la résistance qu'une chaudière doit toujours opposer aux tensions intérieures, et contre lesquelles elle prend des points d'appui sur elle-même, il faut alors qu'elle ajoute une résistance nouvelle à un effort d'une autre espèce contre lequel elle prend un point d'appui sur le fourneau. On comprend donc, jusqu'à un certain point, que cette surcharge puisse amener une rupture quand les résistances se trouvent déjà épuisées.

#### *Conclusions.*

De tout ce qui précède, il résulte que l'explosion de la chaudière à vapeur du sieur Stolz est facile à expliquer; qu'elle ne provient ni d'un excès de tension de la vapeur, ni de l'insuffisance des appareils de sûreté.

Qu'elle doit être attribuée à l'incurie avec laquelle on a fait usage, depuis plus de six mois, d'une chaudière fendue, rongée et amincie par la rouille; que les causes premières de cet amincissement doivent être principalement attribuées à une fuite vers la clouure de la tubulure la plus éloignée du foyer.

## RECHERCHES

### *Sur la décomposition des roches.*

Par M. EBELMEN, ingénieur des mines.

Ce travail est la suite des recherches que j'ai déjà exécutées sur la décomposition des minéraux de la famille des silicates (1). Il renferme les résultats de nouvelles analyses faites sur des roches en voie de décomposition. J'ai eu occasion déjà de signaler la haute importance, au point de vue géologique, de ce grand phénomène naturel. On sait, en effet, que toutes les roches dans lesquelles une espèce feldspathique entre comme élément constituant, se présentent souvent dans un état plus ou moins avancé de décomposition. Mais le changement du feldspath en kaolin était le seul fait de ce genre qui eût été étudié. Les faits que j'ai rassemblés dans ce mémoire, comme ceux dont je m'étais occupé dans mon premier travail, concernent spécialement des roches qui renferment d'autres éléments décomposables que les espèces feldspathiques. J'ai pu en déduire le mode d'altération de ces silicates, et quelques conclusions générales sur l'ensemble de ces phénomènes dont la décomposition du feldspath n'est qu'un cas particulier.

Mais c'est surtout au point de vue géologique que cette étude présente de l'intérêt. L'examen des produits de la décomposition des roches

(1) Annales des mines, 4<sup>e</sup> série, t. VII, p. 3.

ignées permet, en effet, d'établir une liaison précise entre la nature de ces roches et celle des terrains de sédiment. Elle conduit en outre à des notions qui me paraissent incontestables sur les rapports de cette classe de phénomènes avec les causes qui ont concouru, à toutes les époques géologiques, à modifier la composition de l'air atmosphérique.

Les deux roches dont l'examen fait l'objet de ce travail, sont un trapp du Cornwall et un basalte des bords du Rhin. Les échantillons que j'ai examinés présentaient, sur le même morceau, la roche intacte et un passage à la partie altérée.

*Roche de Trapp dite GRAU-STONE, des environs de Saint-Austell (Cornwall).*

Cette roche, dont les échantillons ont été recueillis sur place par M. John Phillips, élève de l'école des mines, est d'un gris noir et présente, quand on l'examine au microscope ou avec une forte loupe, un mélange de cristaux blancs et de cristaux noirs ou d'un vert foncé. Des lamelles assez larges, d'un noir foncé, mais sans forme cristalline bien distincte, apparaissent çà et là sur la surface de la roche. Sa densité à 15° est de 2,93; elle n'agit pas notablement sur le barreau aimanté.

Cette roche paraît se décomposer aisément. Plusieurs des fragments qui m'ont été remis et qui avaient été détachés de roches saillantes à la surface du sol, présentent à l'extérieur sur 9 à 10 millim. de profondeur, une matière d'un gris-verdâtre, parsemée de points noirs, qui s'écrase entre les doigts et qui est évidemment le produit de la

décomposition de la roche. On trouve aussi à la partie supérieure des carrières dans lesquelles on exploite le *grau-stone* une matière grisâtre, peu cohérente, tout à fait semblable par son aspect au produit de la décomposition de la roche.

J'ai analysé comparativement : A, le *grau-stone* non altéré; B, la matière altérée qui se trouve à la surface des échantillons; C, la roche décomposée que l'on trouve à la partie supérieure des carrières.

Je n'entrerai dans aucun détail sur les procédés que j'ai suivis pour faire l'analyse de ces matières. Chacune d'elles a été analysée deux fois; la première par le carbonate de soude; la seconde par l'acide fluorhydrique, afin de pouvoir déterminer la proportion des matières alcalines. Les procédés analytiques employés sont identiques à ceux que j'ai décrits dans mon premier travail sur la décomposition des roches.

La roche non altérée (A) a donné à l'analyse :

	1 <sup>re</sup> analyse sur 1 gr.,579 par le carb. de soude.	2 <sup>e</sup> analyse sur 1 gr.,788 par HFl.	moyenne.
Perte au feu. . . . .	1,7	»	1,7
Silice. . . . .	51,4	»	51,4
Alumine. . . . .	15,9	15,7	15,8
Oxyde de fer (1). . .	16,8	»	16,8
Oxyde de manganèse.	0,5	»	0,5
Oxyde de titane. . .	0,7	»	0,7
Chaux. . . . .	5,7	»	5,7
Magnésie. . . . .	2,7	2,7	2,7
Potasse. . . . .	»	1,6	1,6
Soude. . . . .	»	3,9	3,9
			100,8

(1) Le fer a été dosé à l'état de peroxyde.

Dans une autre analyse, la roche porphyrisée a été attaquée pendant un quart d'heure par l'acide chlorhydrique bouillant. On a étendu d'eau et fait passer dans la liqueur un courant d'acide sulfureux, puis on a fait bouillir pour chasser l'excès de cet acide, évaporé à sec, repris par l'acide chlorhydrique et filtré. On a dosé l'acide sulfurique contenu dans la dissolution au moyen du chlorure de baryum, ce qui a donné la proportion de peroxyde de fer qui existait dans la liqueur d'attaque. Les autres bases ont été déterminées comme à l'ordinaire.

Sur 1<sup>er</sup>,665, le résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique et la potasse liquide a été de 0<sup>er</sup>,907. La matière dissoute, 0<sup>er</sup>,753; eau, 0<sup>er</sup>,018.

On a trouvé dans la partie attaquée, qui forme les 44 p. o/o du poids de la roche :

Silice. . . . .	41,6
Alumine. . . . .	13,8
Peroxyde de fer. . . . .	5,8
Protoxydes de fer et de manganèse. . . . .	21,9
Acide titanique. . . . .	0,8
Chaux. . . . .	7,8
Magnésie. . . . .	3,7
Alcalis . . . . .	4,3
	<hr/>
	99,3

On voit, d'après ces résultats, que l'oxyde de fer, la chaux et la magnésie se trouvent en plus forte proportion dans la partie de la roche soluble dans les acides, que dans la roche elle-même. L'élément feldspathique de la roche se concentre dans le résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique, bien qu'il s'attaque cependant très-notablement par cet acide, comme le prouvent l'alumine et les alcalis contenus dans la dissolution.

Les résultats qui précèdent montrent que l'oxyde de fer est contenu dans le grau-stone principalement à l'état de protoxyde. Si l'on admet que le résidu inattaqué par l'acide chlorhydrique ne renferme que du protoxyde de fer, la composition définitive de la roche deviendra :

		Oxygène.	
Perte au feu. . . . .	1,7	"	
Silice. . . . .	51,4	26,7	
Alumine. . . . .	15,8	7,4	} 15,20
Peroxyde de fer. . . . .	2,5	0,75	
Protoxyde de fer. . . . .	12,9	2,85	
Protoxyde de manganèse. . . . .	0,5	0,1	
Oxyde de titane. . . . .	0,7	0,3	
Chaux. . . . .	5,7	1,5	
Magnésie. . . . .	2,7	1,0	}
Potasse. . . . .	1,6	0,3	
Soude. . . . .	3,9	1,0	
	<hr/>		
		99,4	

On peut représenter assez exactement la composition de la roche trappéenne de Saint-Austell en la considérant comme un mélange de labrador et de pyroxène. On aurait, en effet, dans le labrador, en supposant que toute l'alumine du trapp en fasse partie :

Oxygène de l'alumine. . . . .	7,40	} (SiO) <sup>6</sup> , AlPO <sup>3</sup> , RO.
Oxygène de la silice. . . . .	14,80	
Id. des bases à 1 at. d'oxyg. . . . .	2,47	

il restera pour l'élément pyroxénique :

Oxygène de la silice. . . . .	11,9	2
Des autres bases. . . . .	5,3	1

On voit que la composition du trapp de Saint-Austell se représente assez bien par un mélange de labrador et d'un bisilicate sans alumine, comme le pyroxène.

Ce résultat peut être comparé à celui que M. Durocher a obtenu pour les trapps des îles Féroé (1). M. Durocher a trouvé dans les trapps des îles Féroé 9 à 10 p. o/o de magnésie et 1 p. o/o seulement d'alcalis, tandis que la roche de Saint-Austell ne renferme que 2,7 p. o/o de magnésie, et contient 5 1/2 p. o/o d'alcalis. Cette faible proportion de magnésie ne permet pas d'admettre ici la présence d'un élément analogue au diallage ou à l'hyperstène, et par conséquent le trapp de Saint-Austell ne saurait être rapproché de celui des îles Féroé, dans lequel M. Durocher a indiqué ces deux minéraux.

La roche de trapp de Saint-Austell se fond presque complètement à un fort feu de dégourdi de porcelaine en une masse noire remplie de petites bulles.

#### *Examen de la partie décomposée B.*

La partie extérieure de la roche qui vient d'être analysée est d'un gris un peu verdâtre; sa désagrégation est facile. On distingue quelques petits cristaux noirs verdâtres allongés au milieu d'une masse blanchâtre. La roche est altérée sur 12 à 15 millimètres de profondeur. La partie décomposée se distingue nettement du reste de la roche par sa couleur et la facilité avec laquelle elle se désagrège.

Exposée à la chaleur du dégourdi de porcelaine, en même temps que le trapp non altéré, la matière B se ramollit, mais les morceaux conservent à peu près leur forme. La fusibilité de la

(1) Annales des mines, 3<sup>e</sup> série, tome XIX, p. 47.

roche altérée est notablement moindre que celle de la roche elle-même.

La roche altérée ne s'attaque pas par les acides étendus et à froid. Les acides concentrés l'attaquent notablement.

J'ai fait deux analyses de la matière B, l'une au moyen du carbonate de soude, l'autre par l'acide fluorhydrique. En voici les résultats :

	1 <sup>re</sup> analyse sur 1gr.,430 par le carb. de soude.	2 <sup>e</sup> analyse sur 1gr.,518 par HF1.	Moyenne.
Perte au feu (eau) . . .	8,8	»	8,8
Silice. . . . .	42,6	»	42,6
Alumine . . . . .	19,8	20,3	20,1
Peroxyde de fer (1) . .	22,0	21,6	21,8
Oxyde de manganèse.	0,5	0,5	0,5
Oxyde de titane. . .	0,6	»	0,6
Chaux. . . . .	1,0	»	1,0
Magnésie. . . . .	2,8	»	2,8
Potasse. . . . .	»	0,9	0,9
Sonde. . . . .	»	1,9	1,9
			101,0

#### *Examen du trapp altéré C.*

Cette matière se trouve à la partie supérieure des carrières dans lesquelles on exploite la roche de trapp qui fournit des matériaux très-estimés pour l'entretien des routes. Son aspect est tout à fait le même que celui de la matière altérée B. La seule différence à faire remarquer tient à la présence, dans ce nouveau produit de la décomposition de la roche trappéenne, de veinules d'hy-

(1) La proportion relative des deux oxydes n'a pas été déterminée. Le fer a été dosé à l'état de peroxyde.

droxyde de fer qui lui donnent çà et là un aspect ocreux.

Deux analyses de cette roche décomposée, qui occupe toute la partie supérieure des carrières de trapp, ont donné en moyenne :

Eau. . . . .	8,6
Silice. . . . .	44,5
Alumine. . . . .	22,1
Peroxyde de fer et oxyde de manganèse. . . . .	17,6
Chaux. . . . .	1,4
Magnésie. . . . .	2,7
Oxyde de titane. . . . .	1,0
Potasse. . . . .	1,2
Soude. . . . .	1,7
	100,8

1<sup>re</sup>, 638 de la même roche ont été traités par l'acide chlorhydrique, afin de déterminer la proportion des produits solubles et les proportions relatives du protoxyde et du peroxyde de fer. Les matières dissoutes successivement par l'acide chlorhydrique et par la potasse liquide forment les 68,3 p. o/o du poids total de la roche, et sont composés (abstraction faite de l'eau) de :

Silice. . . . .	48,3
Alumine. . . . .	19,7
Peroxyde de fer. . . . .	6,2
Protoxyde de fer et oxyde de manganèse. . . . .	16,5
Chaux. . . . .	2,3
Magnésie. . . . .	3,4
Alcalis. . . . .	2,4
	98,8

Le résidu de l'attaque, après le traitement par l'acide chlorhydrique et par la potasse, est d'un blanc-jaunâtre sans points noirs. Il forme les 31,7 p. o/o du poids de la roche, et doit être composé de :

Silice. . . . .	49,1	Oxygène.	25,5
Alumine. . . . .	32,4		15,1
Protoxyde de fer. . . . .	8,3		1,8
Magnésie. . . . .	2,3		0,9
Alcalis. . . . .	4,8		1,0
Oxyde de titane. . . . .	3,1		"
	100,0		

On voit que l'oxyde de fer, la chaux et la magnésie se trouvent en proportions notablement plus fortes dans la portion attaquée par l'acide que dans la roche elle-même. L'alumine et les alcalis se concentrent au contraire dans le résidu insoluble dans l'acide chlorhydrique. Il en a été de même, ainsi que je l'ai déjà fait remarquer plus haut, quand on a comparé la composition du trapp non altéré (A) à celle de la portion attaquée par l'acide chlorhydrique.

Nous pouvons maintenant comparer la composition de la roche non altérée (A) à celle des produits de son altération B et C. Nous ferons cette comparaison en rapportant, comme je l'ai fait dans mon précédent travail, tous les éléments à une même proportion d'alumine, représentée par 100. On trouve ainsi :

	Trapp non altéré. A.	Trapp altéré. B.	Trapp altéré. C.
Alumine. . . . .	100	100	100
Silice. . . . .	325	212	201
Chaux. . . . .	36	5	6
Magnésie. . . . .	17	14	12
Oxyde de fer. . . . .	106	107	79
Oxyde de manganèse. . . . .	3	2	
Potasse. . . . .	33	14	13
Soude. . . . .			
Eau . . . . .	11	43	38
	631	497	449

On voit que la décomposition du trapp lui a déjà fait perdre plus du tiers de la silice, les 5/6 de la chaux, la moitié des alcalis qu'il renferme; une certaine quantité d'eau entre dans la constitution de la roche.

Les matières B et C qui résultent toutes deux de la décomposition de la roche trappéenne, présentent à peu près la même composition, à l'exception pourtant de l'oxyde de fer. Les proportions d'oxyde de fer rapportées à la même quantité d'alumine sont bien les mêmes en A et en B, ce qui prouve que l'oxyde de fer n'a pas été entraîné dans la décomposition. Mais la roche altérée C en renferme notablement moins que le trapp A. Une portion notable du fer a donc disparu par le fait de la décomposition. Les taches, les veinules ocreuses dont j'ai signalé la présence dans la roche altérée C, montrent clairement qu'une partie du fer a pu être entraînée en dissolution, probablement sous l'influence d'acides organiques. J'ai signalé des faits analogues, plus prononcés même, dans mon précédent travail sur la décomposition des roches (1). Des réactions semblables ont été observées par M. Daubrée (2).

On voit, d'après la forte proportion d'alcalis qui reste dans la roche altérée, que l'élément pyroxénique du trapp paraît se décomposer avant l'élément feldspathique.

Les terres végétales qui reposent sur la roche de grau-stone, sont, dans les environs de St-Austell, beaucoup plus fertiles que celles qui reposent sur le gneiss ou sur la grauwacke. Cette circonstance

(1) Annales des mines, 4<sup>e</sup> série, t. VII, p. 32, 36 et 45.

(2) Annales des mines, 4<sup>e</sup> série, t. X, p. 37.

tient sans doute à la composition complexe et à la grande altérabilité de la roche trappéenne, qui fournit aux végétaux, en se décomposant, la plupart des éléments minéraux qui doivent entrer dans leur constitution.

*Basalte de Linz (bords du Rhin).*

Cette roche, dont les échantillons m'ont été remis par M. l'ingénieur des mines Rivot, s'altère en prenant la forme de boules qui se décomposent sur toute leur surface, tandis que le centre est encore à l'état naturel. Le basalte non altéré est noir, à cassure conchoïde. On y distingue des nids de péridot, des cristaux de pyroxène et des lamelles incolores de très-petite dimension qui constituent l'élément feldspathique de la roche. Il agit fortement sur l'aiguille aimantée. Sa densité a été trouvée de 2,91 à 15°.

Il fond en une masse scoriforme, un peu bulleuse, à un fort feu de dégourdi de porcelaine.

La partie extérieure des boules est d'un gris clair. En l'examinant à la loupe, on reconnaît qu'elle se compose d'une pâte blanchâtre au milieu de laquelle sont disséminés une foule de petits cristaux noirs allongés d'augite. Les grains de péridot sont encore bien distincts au milieu de la matière altérée, mais ils sont devenus un peu ocreux, et plusieurs des cellules qui les renferment sont en partie vides, ce qui prouve que le péridot n'a laissé qu'un très-faible résidu dans sa décomposition.

On reconnaît aisément, à l'examen de la partie extérieure des boules, que la décomposition n'est point encore complète. Bien que la désagrégation de cette matière altérée soit beaucoup plus facile

que celle de la roche elle-même et qu'on puisse l'écraser entre les doigts, elle n'a point encore pris tout à fait l'état terreux qui caractérise la dernière période de la décomposition.

Exposée au même feu que le basalte, dans le dégourdi du four à porcelaine, la matière grise ne se fond pas : les fragments se soudent les uns aux autres, mais sans déformation sensible. La masse devient noire. La fusibilité de cette substance est donc notablement moins facile que celle du basalte non altéré.

J'ai analysé séparément la partie centrale et la partie extérieure des boules du basalte de Linz.

Le basalte non altéré a donné dans deux analyses :

	1 <sup>re</sup> analyse sur 1gr.,77 par le carb. de soude.	2 <sup>e</sup> analyse sur 1gr.,83 par HFl.	Moyenne.	Oxyg.
Perte au feu. . . . .	2,4	»	2,4	»
Silice. . . . .	45,9	»	45,9	23,8
Alumine. . . . .	16,2	»	16,2	7,6
Protoxyde de fer. . . .	13,0	»	13,0	2,9
Oxyde de manganèse. . .	0,3	»	0,3	»
Oxyde de titane. . . . .	1,0	»	1,0	»
Chaux. . . . .	10,3	»	10,3	2,9
Magnésie. . . . .	6,4	6,1	6,3	2,5
Potasse. . . . .	»	1,2	1,2	0,2
Soude. . . . .	»	3,6	3,6	0,9
			100,2	

On peut représenter approximativement le basalte, d'après l'analyse précédente, par :

- 54 p. 0/0 de labrador (SiO)<sup>2</sup>AlPO<sup>3</sup>. (KO. NaO. CaO).
- 24 p. 0/0 de pyroxène (SiO<sup>2</sup>) (CaO.) (FeO. MgO).
- 10 p. 0/0 de péricot (SiO) (FeO. MgO).
- 10 p. 0/0 de fer oxydulé titanifère.
- 2 p. 0/0 d'eau.

#### Basalte altéré.

L'analyse de la partie extérieure des boules a donné les résultats suivants :

	Analyse sur 1gr.,791 par le carb. de soude.	Analyse sur 1gr.,732 par HFl.	Moyenne.
Eau. . . . .	6,7	»	6,7
Silice. . . . .	43,2	»	43,2
Alumine. . . . .	19,2	18,6	18,9
Protoxyde de fer. . . .	14,7	14,6	14,6
Oxyde de manganèse. . .	0,3	0,4	0,3
Chaux. . . . .	8,4	8,0	8,2
Magnésie. . . . .	5,8	5,4	5,6
Oxyde de titane. . . . .	1,3	1,2	1,2
Potasse. . . . .	»	0,5	0,5
Soude. . . . .	»	1,4	1,4
			100,6

Comparons ces résultats à ceux fournis par la roche non altérée, en rapportant toujours les éléments à 100 d'alumine, nous trouverons :

	A. Basalte non altéré.	B. Basalte altéré.
Alumine. . . . .	100	100
Silice. . . . .	283	228
Chaux. . . . .	63	43
Magnésie. . . . .	39	29
Oxydes de fer et de manganèse.	80	78
Acide titanique. . . . .	6	6
Potasse. . . . .	7,4	2,6
Soude. . . . .	22,2	7,4
Eau. . . . .	15,0	35,0
	615,6	529,0

On voit, par le rapprochement qui précède, que le basalte, dans cette première période de la décomposition, a perdu une portion notable de la silice, de la chaux, de la magnésie et des alcalis. Les 2/3 des alcalis ont déjà disparu, ce qui prouve que la décomposition de l'élément feldspathique est fort avancée. Une certaine quantité d'eau est entrée dans la constitution de la roche.

Les matières enlevées au basalte par la décomposition ont la composition suivante :

		Oxygène.	
Silice . . . . .	55	28,6	
Chaux. . . . .	20	5,7	
Magnésie . . . .	10	4,0	
Oxyde de fer. . .	2	0,4	
Potasse. . . . .	4,8	0,82	} 4,62
Soude . . . . .	14,8	3,80	
	<hr/>		
	106,6		

Le rapport de l'oxygène de la silice à l'oxygène des alcalis est d'environ 6 à 1, tandis que dans la transformation de l'orthose en kaolin, la silice et la potasse qui se séparent renferment des quantités d'oxygène qui sont entre elles dans le rapport de 9 à 1. Ajoutons que la silice qui s'est séparée dans la décomposition du basalte, ne provient pas en totalité du labrador. Le pyroxène et le périclote perdent, en effet, en se décomposant, la majeure partie, si ce n'est la totalité de leur silice, ainsi que je l'ai montré précédemment. Les proportions de silice et d'alcali, qui se séparent dans la décomposition du labrador, renferment donc des quantités d'oxygène dont le rapport est certainement moindre que celui de 6 à 1.

Les résultats qui précèdent confirment très-nettement ceux obtenus dans mon précédent travail. Ils montrent que les éléments extraînés sous l'influence des agents atmosphériques, dans la décomposition de la roche, ne sont pas seulement les alcalis et de la silice, mais que la magnésie, la chaux, l'oxyde de fer peuvent être également enlevés d'une manière plus ou moins complète, suivant les circonstances qui ont accompagné cette décomposition. On trouve également, comme ré-

sultat général, que l'alumine et l'eau sont toujours en proportion plus forte dans le résidu de la décomposition que dans la roche non altérée. Ce résidu tend à se rapprocher de plus en plus d'un silicate d'alumine hydraté, d'une argile.

Je ne me suis point occupé dans ce travail, non plus que dans le précédent, de déterminer les causes premières de l'altération des roches pluto-niques. Les importants travaux de M. Becquerel et ceux de M. Alexandre Brongniart sur le gisement des kaolins, sont bien connus des savants. Mon but principal a été de comparer, à l'aide de l'analyse chimique, la composition des résidus de la décomposition à la roche non altérée, et d'en déduire, abstraction faite de toute considération sur les causes premières de l'altération, la nature et la proportion des éléments qui disparaissent. Les corps qui se séparent ainsi de la roche sont entraînés en dissolution dans les eaux qui filtrent constamment à travers le sol.

On avait admis jusqu'à ces derniers temps que la décomposition des silicates naturels alcalifères était due à la solubilité dans l'eau du silicate alcalin qui se séparait. Pour l'orthose  $KA^3S^{12}$ , on expliquait la formation du kaolin  $AS$  par l'entraînement, au moyen de l'eau, d'un silicate  $KS^9$ , formant la limite extrême des combinaisons solubles. Nous avons vu plus haut que, dans la décomposition du labrador, la silice se trouve en proportion bien moindre par rapport aux alcalis dans les matières entraînées. Les recherches contenues dans ce travail montrent que la chaux, la magnésie, l'oxyde de fer sont entraînées en même temps que la silice, quelquefois même avant les alcalis, dans la décomposition de la roche. Le pyroxène,

le péridot peuvent disparaître complètement par la dissolution de tous leurs éléments. L'entraînement de la silice paraît donc être tout à fait indépendant de la présence des alcalis.

Les circonstances de la décomposition des roches de trapp et de basalte dont je viens de parler étant tout à fait les mêmes que celles relatives aux roches dont je me suis occupé dans mon précédent travail, il serait sans intérêt de reproduire ici les considérations que l'on peut en déduire sur les actions chimiques qui contribuent à la décomposition, et sur l'état de combinaison des éléments qui disparaissent. L'acide carbonique et l'oxygène en dissolution dans les eaux qui filtrent à travers le sol, la décomposition des matières organiques ou l'action des matières organiques vivantes, les phénomènes de la nitrification, me paraissent être les agents principaux qui déterminent l'entraînement de la silice et des bases solubles. Je me contente d'indiquer ces considérations qui ont été développées avec détail dans mon précédent travail sur ce sujet.

Les résultats généraux de ces recherches établissent un lien précis entre la composition chimique des roches d'origine ignée et celle des terrains formés par voie aqueuse. On voit, en effet, toutes les roches plutoniques produire un résidu argileux par leur décomposition. Le feldspath des granites se change en kaolin; pour les autres roches que j'ai examinées, on voit de même l'alumine se concentrer dans le résidu de la décomposition en retenant de la silice et fixant de l'eau, tandis que les autres éléments sont entraînés en dissolution. On peut donc poser comme principe général que toutes les roches ignées renfermant

de l'alumine, laissent par leur décomposition un résidu argileux plus ou moins pur, plus ou moins mélangé de quartz, d'oxyde de fer, etc., suivant la nature de la roche, et suivant les circonstances dans lesquelles son altération a eu lieu.

Si maintenant l'on considère que presque toutes les roches d'origine ignée sont sujettes à la décomposition sous les influences atmosphériques; que cette décomposition continue à s'opérer de nos jours sur une grande partie de nos continents (1); si l'on remarque que les blocs d'une grande hauteur restés en place sans altération sont des témoins qui attestent l'épaisseur de la roche désagrégée et entraînée par les eaux, et par conséquent toute l'importance géologique du phénomène; si l'on considère enfin que certaines roches, non sujettes à la décomposition, conservent depuis des milliers d'années l'impression des stries formées à leur surface par d'anciennes érosions, on en conclura que la destruction des terrains d'origine ignée est toujours précédée ou accompagnée de la décomposition des silicates qui les constituaient, et par conséquent de la formation de matières argileuses.

On peut faire remarquer aussi que l'on ne rencontre que par exception, dans les terrains stratifiés, des silicates à plusieurs bases analogues à ceux des roches plutoniques, tandis que le silicate d'alumine hydraté, l'argile, en forme la partie principale. Toutes les argiles enfin renferment, comme

(1) Les citations de roches ignées en décomposition reviennent à chaque page dans le texte descriptif de la carte géologique de France, par MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont. Voyez notamment les pages 116, 123, 160, 184, 200, 306, etc., du tome I<sup>er</sup>.

M. Mitscherlich l'a prouvé, des quantités notables d'alcali qui prouvent leur communauté d'origine avec le kaolin. N'est-il pas démontré par toutes ces considérations que l'argile des terrains stratifiés provient en totalité de la décomposition des roches plutoniques. La facilité avec laquelle la roche amenée ainsi à l'état terreux a pu se délayer dans les eaux pluviales explique très-simplement son entraînement par voie mécanique, jusque dans les bassins, marins ou lacustres, où les matières se sont déposées.

On chercherait en vain une autre origine aux masses argileuses des terrains stratifiés: personne ne peut voir dans ces matières le résultat d'une simple désagrégation des roches ignées. Elles diffèrent de celles-ci par leur composition chimique moins complexe, par l'eau qu'elles renferment en combinaison, par leurs propriétés physiques, leur plasticité, leur infusibilité. On ne peut supposer non plus que les matières argileuses sont sorties du sein de la terre, soit à l'état solide à la manière des produits des éruptions boueuses, soit en dissolution dans les eaux minérales. A l'exception de la décomposition des roches feldspathiques, on ne connaît aucune réaction qui puisse produire, à l'époque actuelle, des composés analogues à l'argile. Les eaux minérales n'ont pas maintenant une grande importance géologique, et de plus, il est essentiel de remarquer qu'on ne trouve jamais, ou seulement des traces très-faibles d'alumine, dans leur composition. On ne saurait donc voir dans les eaux minérales l'origine de matières aussi chargées d'alumine que le sont les argiles. La production des eaux minérales me paraît au contraire un fait qui se lie intimement à la décompo-

sition des roches ignées. Les eaux alcalines qui sont chargées à la fois de bi-carbonates, d'acide carbonique libre et de silice, renferment en effet tous les éléments que la décomposition enlève aux roches plutoniques, comme les alcalis, la chaux, la magnésie, quelquefois le protoxide de fer. — Ces actions chimiques s'exercent dans la profondeur comme à la surface du globe et elles doivent amener des changements très-remarquables dans la composition et la texture des roches sur lesquelles elles s'exercent.

Je ne saurais donc voir, dans l'argile des terrains stratifiés, autre chose que le produit de l'entraînement mécanique des résidus de la décomposition des roches plutoniques. On conçoit du reste toutes les variétés que doivent présenter ces couches dans leur composition et leur nature. En effet, les eaux qui entraînent l'argile en suspension enlèvent en même temps d'autres matières de grosseur et de densité différentes qui peuvent se mêler avec les dépôts argileux (le sable, le mica, etc.). Ces dépôts mécaniques se mélangeront forcément avec les autres corps qui se précipitent chimiquement dans le même bassin, comme la silice qui a été dissoute dans la décomposition des silicates, les carbonates de chaux et de magnésie, l'oxyde de fer, etc. L'explication que je présente me paraît satisfaire d'une manière tout à fait simple à toutes les conditions du problème.

Il est un autre ordre de considérations qui se lie intimement aux recherches précédentes et sur lequel je dois appeler l'attention. Personne n'a jamais pensé à signaler ce grand phénomène de la décomposition des roches comme une des causes actives, permanentes, de l'altération de

l'air atmosphérique. Il est facile cependant de montrer qu'il doit en être ainsi. La décomposition des roches ignées tend à déterminer la précipitation, la minéralisation de l'acide carbonique et de l'oxygène.

Le fer est contenu en effet à l'état de protoxyde dans les roches ignées ; la décomposition le transforme en peroxyde au moyen de l'oxygène de l'air. Les roches pyroxéniques et amphiboliques condensent ainsi, en se décomposant, de fortes proportions d'oxygène.

La précipitation de l'acide carbonique résultant de la décomposition des roches est un phénomène d'une bien plus grande importance. Commençons d'abord par bien constater que toute décomposition de roches plutoniques, sous l'influence des agents atmosphériques, est accompagnée de l'absorption d'une quantité correspondante d'acide carbonique, quelles que soient du reste les causes premières de l'altération de la roche.

Nous avons vu des silicates sans alcali, le péridot, le pyroxène, perdre leur silice, par la décomposition, d'une manière beaucoup plus complète que le feldspath, et nous avons dû en conclure que l'entraînement de la silice pouvait être tout à fait indépendant de la présence des alcalis. Mais, en supposant même qu'il se sépare du silicate de potasse en solution dans l'eau, il est évident que cette combinaison de silice et d'alcali sera immédiatement décomposée par l'acide carbonique, soit à l'air libre, soit à quelque profondeur au-dessous du sol. Nous savons, en effet, que l'acide carbonique décompose immédiatement les silicates solubles avec formation de bicarbonates et de silice qui ne se sépare qu'autant

que la solution est concentrée. Nous savons de plus que la silice ne décompose pas, par la voie humide, les carbonates alcalins, puisqu'en évaporant à siccité une dissolution contenant des bicarbonates alcalins et de la silice, on n'obtient jamais qu'un mélange de silice et de carbonates neutres ; la silice se trouve cependant ici dans les circonstances les plus favorables pour rentrer en combinaison, l'excès d'acide carbonique disparaissant par le fait de l'évaporation à siccité. Nous devons en conclure, à plus forte raison, que des silicates alcalins ne peuvent pas exister en présence de l'acide carbonique qu'on rencontre en proportion notable dans toutes les eaux qui ont filtré à travers le sol. On peut ajouter encore que les eaux thermales alcalines, dont l'origine est bien certainement en relation avec des roches plutoniques en décomposition à une certaine profondeur au-dessous du sol, ne renferment que des bicarbonates et de la silice, jamais de silicates.

En considérant, au contraire, l'acide carbonique comme l'agent de la dissolution des matières enlevées à la roche, on satisfait aisément à tous les faits observés. La silice est sensiblement soluble dans l'eau pure, dans l'eau chargée d'acide carbonique, et surtout dans l'eau contenant des carbonates alcalins. La chaux et la magnésie se dissolvent aussi très-facilement dans l'eau chargée d'acide carbonique ; l'alumine, au contraire, ne s'y dissout pas notablement. — On conçoit donc aisément que cet agent puisse entraîner en dissolution tous les éléments que la décomposition sépare des roches.

La formation des carbonates, dans les circonstances qui viennent d'être indiquées, détermine

une perte d'acide carbonique pour l'atmosphère. Les carbonates alcalins rencontreront, soit dans les eaux douces, soit dans la mer, des sels solubles à base de chaux et de magnésie, et produiront, en définitive, des carbonates de ces deux bases qui se déposeront à leur tour, spontanément ou par l'intermédiaire des zoophytes ou des mollusques. Les bases, qui tout à l'heure se trouvaient combinées à la silice dans les roches ignées, ont précipité de l'atmosphère une proportion équivalente d'acide carbonique.

Appliquons ce résultat à la décomposition du feldspath orthose. Ce minéral contient 17 p. 0/0 de potasse qui doivent absorber 7,8 p. 0/0 du poids de l'orthose en acide carbonique. Or, la densité de l'orthose étant 2,5 environ, on voit qu'un mètre cube de ce minéral absorbe, en se décomposant complètement, 195 kilog. d'acide carbonique. La pression due à l'acide carbonique dans l'air n'étant que de 4<sup>k</sup>,65 (1) par mètre carré de surface, il en résulte qu'il suffirait de la décomposition complète de moins de 0<sup>m</sup>,024 d'épaisseur d'orthose pour absorber la totalité de l'acide carbonique contenu dans l'atmosphère, si cette décomposition s'opérait à la fois sur toute la surface du globe. En réduisant la surface sur laquelle la décomposition s'opère à 1/20 de celle de la terre, on voit qu'il suffirait de 0<sup>m</sup>,48 d'épaisseur de feldspath décomposé pour déterminer la complète absorption de l'acide carbonique de l'air.

(1) En admettant  $\frac{4,5}{10,000}$  en poids d'acide carbonique dans l'air, d'après les recherches de MM. Boussingault et Léwy.

Si l'on considère la grande facilité avec laquelle certaines roches se décomposent sous nos yeux, si l'on fait attention que les roches granitiques se présentent souvent décomposées dans des monuments construits par les hommes, on arrivera à cette conclusion que la décomposition des roches plutoniques doit amener inévitablement, *au bout d'un temps assez court*, une diminution très-considérable dans la proportion d'acide carbonique contenue dans l'atmosphère.

On objectera peut-être à ce résultat que les bases enlevées par la décomposition aux silicates des roches ignées, peuvent être entraînées en combinaison avec des acides plus forts que l'acide carbonique, à l'état de nitrates, par exemple, ou en combinaison avec des acides organiques. Je ferai remarquer d'abord que les nitrates n'ont jamais été signalés dans les eaux d'aucune mer ou d'aucun lac, bien que ces sels se forment journellement à la surface du globe et qu'ils doivent être, en raison de leur grande solubilité, facilement entraînés dans le réservoir commun. Ce résultat montre que les nitrates se décomposent dans les eaux de la mer sous l'influence de matières organiques vivantes ou en décomposition. S'il n'en était pas ainsi, cette formation continue des nitrates ferait perdre rapidement à l'atmosphère son oxygène et une partie de son azote. M. Kuhlmann, auquel on doit des recherches sur l'emploi des nitrates dans l'agriculture, a montré que ces sels se décomposent sous l'influence des matières organiques; les nitrates de chaux et de magnésie donneront donc finalement des carbonates de ces bases. Les mêmes considérations s'appliquent aux combinaisons salines formées par les acides orga-

niques. Ces sels finissent généralement par donner des carbonates sous l'influence prolongée de l'air et de l'eau.

Si les argiles des terrains stratifiés proviennent en totalité de la décomposition des roches feldspathiques, ainsi que cela peut paraître démontré par les considérations présentées plus haut, on en déduit rigoureusement cette conclusion, que leur formation a dû précipiter de l'atmosphère des quantités immenses d'acide carbonique (1). On trouve, par un calcul simple, qu'elles représentent plusieurs milliers de fois la quantité qui y existe aujourd'hui. Un tel résultat est fait pour effrayer l'imagination, et cependant il est une conséquence rigoureuse d'expériences précises et de notions scientifiques que je crois incontestables.

Je ne prétends nullement que l'immense proportion d'acide carbonique indiquée plus haut ait fait partie à la fois de l'atmosphère terrestre. Le résultat que j'ai signalé me paraît pouvoir s'expliquer d'une manière beaucoup plus simple, et qui n'exige pas que l'air ait eu, aux diverses époques

(1) Supposons que l'argile provienne de la décomposition de l'orthose; l'orthose  $KA^3S^2$  laisse  $A^3S^3$  d'argile qui représente à l'état anhydre les 48 p. 0/0 du poids du feldspath. Pour une épaisseur moyenne de 500 mètres d'argile sur toute la surface du globe, on trouve que la formation de cette quantité d'argile aura déterminé la précipitation par mètre carré de plus de 150.000 kilog. d'acide carbonique ou 33.000 fois la quantité qui existe actuellement dans l'air. Ce rapport deviendrait plus petit si l'on tenait compte de l'acide carbonique dissous dans les eaux de la mer et qui s'en sépare continuellement par suite de la loi de la diffusion des gaz. J'ai indiqué en chiffre, sans y attacher d'importance, et pour montrer seulement toute la grandeur du phénomène.

géologiques, une composition *très-différente* de celle qu'il présente aujourd'hui.

Je vois dans les phénomènes volcaniques la principale cause qui restitue à l'atmosphère l'acide carbonique que la décomposition des roches en précipite. M. Boussingault a constaté que les gaz qui se dégagent du sol, auprès des volcans des Andes, étaient presque uniquement formés d'acide carbonique. Les environs du Vésuve, de l'Etna, le laissent dégager en grande quantité. Les volcans éteints exhale tous par le sol lui-même ou par les sources thermales qui indiquent la dernière période de leur activité, des torrents d'acide carbonique. M. de Humboldt (1) signale ce gaz comme étant le seul produit des volcans quand ils se refroidissent. Quelle est l'origine de ces dégagements d'acide carbonique? Ce gaz proviendrait-il de la décomposition de carbonates à de grandes profondeurs, sous l'influence de roches siliceuses et d'une haute température, et son dégagement serait-il par conséquent un produit nécessaire de la formation des laves? ou bien l'acide carbonique serait-il dissous dans les matières en fusion qui existent dans le sein de la terre, comme l'oxygène est dissous dans la litharge ou dans l'argent fondus, comme l'air est dissous dans l'eau, pour s'en séparer au moment de la solidification? Cette vue ingénieuse, qui appartient à M. Elie de Beaumont, montrerait la partie fluide du globe terrestre comme un immense réservoir d'acide carbonique, d'où le gaz se dégagerait au fur et à mesure des progrès de la solidification.

Quoi qu'il en soit de l'origine de l'acide carbo-

(1) Cosmos, t. I, p. 281, traduction de M. Faye.

nique émis par les volcans, il est certain que c'est là un phénomène considérable dont on conçoit que les effets puissent contre-balancer les résultats de l'absorption du même gaz dans la décomposition des roches. Ces faits font ressortir la liaison intime que tous les grands phénomènes de la nature ont les uns avec les autres. La chaleur centrale de la terre, cause première de toutes les actions volcaniques, paraît indispensable à l'entretien de la vie organique à sa surface. Telle est la conclusion à laquelle on est amené par les résultats de ce travail. Supprimez les phénomènes volcaniques, et bientôt l'acide carbonique de l'air aura disparu. Cette vie intérieure du globe terrestre, rendue manifeste par les mouvements de sa croûte solide, par les déchirements du sol, par ces violentes éruptions de gaz et de matières en fusion, serait une des conditions essentielles du maintien de la vie à sa surface. Ces rapprochements présentent, ce me semble, un intérêt particulier. Quand Saussure eut démontré, par ses belles expériences, cette admirable loi de la nature, en vertu de laquelle le carbone passe de l'atmosphère dans les végétaux pour être bientôt restitué à l'état d'acide carbonique, soit par leur décomposition, soit par les animaux qui s'en nourrissent, on crut que cette rotation du carbone assurait la permanence de composition de l'air atmosphérique. On voit maintenant qu'il faut faire intervenir dans la solution de la question des phénomènes d'un tout autre ordre, et que les éléments minéraux de la croûte terrestre concourent aussi, par des réactions inverses les unes des autres, à la production de cet équilibre.

J'ai examiné avec quelque détail, dans mon

précédent mémoire (1), d'autres actions chimiques qui s'exercent entre les éléments de l'atmosphère et les matériaux de la croûte solide du globe. Je me contente de les signaler ici de nouveau, sans prétendre qu'elles embrassent toutes les réactions des roches sur l'atmosphère.

J'ai insisté sur les considérations qui précèdent, convaincu que la recherche et la découverte des causes qui lient les formations géologiques à la composition de l'air atmosphérique, sont de la plus haute importance pour l'histoire du globe. Rien ne nous prouve en effet que notre atmosphère ait eu à toutes les époques la même composition qu'à présent. Les belles recherches de M. Adolphe Brongniart, sur la flore houillère, ont conduit tous les géologues à admettre avec cet illustre botaniste, l'existence dans l'atmosphère, à cette époque, d'une proportion d'acide carbonique supérieure à celle que l'on y trouve actuellement. Tout porte à penser qu'il y a une relation nécessaire entre la nature des végétaux et des animaux, et la composition du milieu dans lequel ils vivent. La permanence dans les proportions relatives des éléments de l'air serait intimement liée à la permanence des formes organiques à la surface du globe, et chacune des créations diverses dont nous retrouvons les débris fossiles, aurait été destinée à vivre dans une atmosphère particulière. Un pareil sujet conduirait à des spéculations sans fin. Rien n'établit que les causes variées qui tendent à modifier la composition de l'air, aient en ce moment une résultante nulle. Les travaux de précision sur la composition de l'air, que

(1) Annales des mines, 4<sup>e</sup> série, t. VII, p. 55.

l'on a exécutés depuis quelques années, fourniront certainement à la science des documents très-précieux pour la solution de cette question. Je crois qu'il y aurait un très-grand intérêt à déterminer la quantité d'acide carbonique contenue dans l'air en divers lieux, à diverses hauteurs, dans des conditions variées de saisons, de températures, de directions des vents, en prenant pour base les expériences si précises exécutées déjà par MM. Boussingault et Lewy (1). La fixation de ces nombres fournirait à l'histoire naturelle du globe une donnée des plus importantes pour le présent et surtout pour l'avenir.

(1) Annales de Chimie, t. X, p. 456 et 470.

## JURISPRUDENCE DES MINES;

Par M. DE CHEPPE, maître des requêtes, chef de la division des mines.

### MINES. — DÉGRADATION DE CHEMINS. — RÉPARATIONS.

- I. *Lorsqu'un chemin vicinal a été dégradé par des exploitations de mines, carrières, forêts ou toute autre entreprise industrielle, il n'est pas nécessaire, pour imposer aux entrepreneurs ou propriétaires les subventions spéciales mentionnées dans l'article 14 de la loi du 21 mai 1836, que la reconnaissance de l'état de viabilité de ce chemin ait précédé les dégradations.*
- II. *A défaut par l'une des parties en cause de nommer son expert, c'est au conseil de préfecture et non au sous-préfet qu'il appartient d'en désigner un d'office.*
- III. *Le recours contre les arrêtés des conseils de préfecture rendus sur les questions auxquelles peut donner lieu le recouvrement des subventions dont il s'agit, est sans frais comme en matière de contributions directes.*

Le chemin vicinal de grande communication de Saint-Quentin à Vermout, département de l'Aisne, ayant éprouvé des dégradations occasionnées par l'exploitation de diverses entreprises industrielles, et notamment par l'exploitation d'une sablière appartenant au sieur Agombard, marchand briquetier à Saint-Quentin, il est devenu nécessaire de le réparer.

Suivant un arrêté de M. le sous-préfet de l'arrondissement, en date du 18 décembre 1843, il fut procédé, le 22 du même mois, à la reconnaissance de l'état de viabi-

lité de ce chemin; et, le 6 février 1844, eut lieu une expertise à la suite de laquelle le conseil de préfecture rendit, le 3 mai, en exécution de l'article 14 de la loi du 21 mai 1836, un arrêté portant que le sieur Agombart contribuerait pour 247 fr. 28 c., et les autres industriels pour 2.526 fr. 82 c. à la dépense dont il s'agit.

Le sieur Agombart s'est pourvu contre cet arrêté devant le conseil d'État.

D'une part, il a prétendu qu'il ne pouvait y avoir lieu, en général, à l'application de l'article 14 précité de la loi de 1836, qu'autant que l'état de viabilité aurait été constaté avant le commencement de l'exploitation, s'il s'agissait d'une exploitation temporaire, et au commencement de chaque année, s'il s'agissait d'une exploitation permanente; que l'administration n'ayant pas, dans l'espèce, satisfait à cette condition, elle était non recevable à réclamer une subvention quelconque pour des dégradations dont l'appréciation était désormais matériellement impossible.

Il a exposé, en second lieu, qu'à défaut par lui d'avoir désigné un expert pour le représenter à l'expertise du 6 février 1844, le sous-préfet lui en avait nommé un d'office, tandis que c'était le conseil de préfecture qui devait faire cette nomination.

Le sieur Agombart a conclu, en conséquence, à ce que l'arrêté du conseil de préfecture fût annulé, et à ce que la ville de Saint-Quentin fût condamnée aux dépens.

Une ordonnance, en date du 26 novembre 1846 (1), est intervenue sur ce pourvoi.

Elle a rejeté le premier chef de réclamation du sieur Agombart, et admis ainsi que, quand un chemin vicinal se trouve dégradé par des exploitations de mines, carrières, forêts ou toute autre entreprise industrielle, il n'est point nécessaire, pour imposer aux entrepreneurs ou propriétaires les subventions spéciales mentionnées dans l'article 14 de la loi du 21 mai 1836, que la reconnaissance de l'état de viabilité du chemin ait précédé les dégradations: cela n'est prescrit par aucune disposition.

A l'égard de l'expertise, le sieur Agombart n'ayant

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, page 665.

pas désigné son expert, il appartenait au conseil de préfecture et non au sous-préfet, aux termes de l'article 17 de la loi du 21 mai 1836, de faire, d'office, cette nomination. En conséquence l'arrêté attaqué a été infirmé sur ce point, et le sieur Agombart renvoyé devant le conseil de préfecture pour faire statuer de nouveau relativement à l'évaluation des dégradations par lui occasionnées, après toutefois qu'il aura été préalablement procédé à une expertise contradictoire dans les formes déterminées par l'article 17 précité de la loi de 1836.

Quant à la question des dépens, il a été décidé que le recours contre les arrêtés des conseils de préfecture rendus pour le recouvrement des subventions spéciales, est sans frais comme en matière de contributions directes, suivant ce qu'énonce l'article 30 de la loi du 21 avril 1832.

*Autre espèce.*

L'État et la ville de Haguenau sont co-propriétaires par indivis de la forêt de Haguenau.

Le chemin vicinal de Kaltenhausen à Oberhoffen, qui sert au transport du bois provenant de cette forêt, se trouvant dégradé, des experts furent chargés de procéder à la reconnaissance de son état de viabilité. Cette opération eut lieu le 10 septembre 1842, et, le 31 octobre suivant, les mêmes experts dressèrent un procès-verbal portant que l'État et la ville de Haguenau devaient être imposés, à titre de subvention spéciale et en exécution de l'article 14 de la loi du 21 mai 1836, aux 82 centièmes des dépenses occasionnées par la réparation dudit chemin et du pont établi au point où ce chemin est traversé par la Moser.

Un arrêté du conseil de préfecture du département du Bas Rhin, en date du 15 novembre 1842, a statué dans le sens de ces conclusions.

M. le ministre des finances s'est pourvu, au nom de l'État, contre cet arrêté, en se fondant principalement sur ce que la reconnaissance de l'état de viabilité du chemin aurait dû précéder le commencement des exploitations.

Mais ce pourvoi a été rejeté par l'ordonnance ci-dessus mentionnée du 10 décembre 1846 (1).

Bien qu'il soit question, dans cette affaire, de dégradations causées par une exploitation forestière, nous avons cru néanmoins devoir en rendre compte ici, la solution qu'elle a reçue pouvant être utile à connaître pour le cas où l'on aurait à appliquer l'article 14 de la loi du 21 mai 1836 à l'égard des exploitations minérales qu'il concerne également

MINES. — SOURCES ET PUIITS D'EAU SALÉE.

*Les concessionnaires de sources et puits d'eau salée doivent, lorsqu'ils se bornent à l'exploitation desdits puits et sources, jouir de l'exemption de patente accordée, tant par la loi du 21 avril 1810 sur les mines, que par la loi spéciale sur les patentes, du 25 avril 1844.*

M. Moreau, fermier des concessionnaires des sources et puits d'eau salée de Salies, département des Basses-Pyrénées, a été imposé, pour 1845 et 1846, à la patente de raffineur de sel.

Il a demandé à être dégrevé de cet impôt. Il s'est fondé sur ce qu'il se livrait uniquement à l'exploitation des sources et puits qui lui étaient affermés, et sur ce que cette industrie, de même que celle qui a pour objet l'exploitation des mines, n'était point sujette à patente.

Ses réclamations ont été rejetées par deux arrêtés du conseil de préfecture, des 31 décembre 1845 et 21 décembre 1846.

Il s'est pourvu contre ces arrêtés devant le conseil d'État, et une ordonnance en date du 20 août 1847 les a annulés, et a accordé décharge à M. Moreau des droits fixe et proportionnel de patente auxquels il avait été soumis dans la commune de Salies, pour les exercices 1845 et 1846, en qualité de raffineur de sel (2).

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, page 668.

(2) Voir cette ordonnance, ci-après, p. 699.

La loi du 17 juin 1840 a assimilé les exploitations de sources ou puits d'eau salée aux exploitations de mines. Or, aux termes de l'art. 32 de la loi du 21 avril 1810, qui régit les substances minérales, l'exploitation des mines n'est pas considérée comme un commerce et n'est pas sujette à patente. La loi spéciale sur les patentes, du 23 avril 1844, a consacré de nouveau cette exemption; elle porte, art. 13, § 4° : « Ne seront pas assujettis à la » patente.... les concessionnaires de mines pour le seul » fait de l'extraction et de la vente des matières par eux » extraites. »

Dans l'espèce, il y avait lieu de faire profiter M. Moreau du bénéfice de ces dispositions, l'instruction à laquelle on a procédé ayant fait reconnaître qu'il se bornait, comme il l'avait annoncé, à l'exploitation des sources et puits d'eau salée dont il est fermier.

Une autre ordonnance du même jour (1) a statué dans le même sens sur les requêtes présentées par MM. Boisot et compagnie, Louberie, Fraser, Dehinx et Liège, Detroyat et C<sup>ie</sup>, contre un arrêté du conseil de préfecture qui les avait maintenus à tort, en qualité de fabricants et de raffineurs de sel, au rôle des patentes de la commune de Briscous.

USINES. — PATENTE.

*Le propriétaire d'usines qui a été imposé à deux droits fixes, l'un dans la ville où est établi le siège légal, l'autre dans le lieu de situation de l'établissement, est fondé à réclamer la décharge de ce dernier droit, s'il n'est pas plus élevé que le premier, pourvu, d'ailleurs, que la réclamation ait été formée dans les trois mois de l'émission des rôles.*

*Pour déterminer la valeur locative devant servir de base à l'établissement du droit proportionnel, on peut se référer à un bail dûment enregistré, bien*

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, p. 700.

*qu'il ait cessé de recevoir son exécution, si le réclamant à qu'il avait été fait est devenu lui-même propriétaire des usines comprises dans ledit bail.*

La compagnie des forges et fonderies de la Loire et de l'Ardèche a été portée au rôle des patentes de la commune de Saint-Jean-Bonnefond, savoir : pour 1843 et 1844, à raison d'une valeur locative de 70.000 fr., et pour 1845, à raison d'une valeur locative de 108.000 fr.

La compagnie a formé un pourvoi à l'effet d'obtenir la réduction du droit proportionnel qui lui avait été imposé sur ces bases. Elle a aussi demandé à être dégrevée du droit fixe qui lui avait été assigné dans ladite commune, attendu qu'elle payait déjà ce même droit dans la ville de Lyon, où est le siège de la société.

Ces réclamations ont été rejetées par trois arrêtés du conseil de préfecture de la Loire, des 29 novembre 1844, 20 mars et 10 juillet 1846.

La compagnie s'est pourvue devant le conseil d'Etat.

Une ordonnance en date du 14 juillet 1847 (1) a fait droit aux requêtes de cette compagnie, en lui accordant décharge du droit fixe porté à son nom sur les rôles de la commune de Saint-Jean-Bonnefond pour l'exercice 1845.

Aux termes de l'article 7 de la loi du 25 avril 1844, le patentable qui exerce plusieurs commerces, industries ou professions dans des communes différentes, ne peut en effet être soumis qu'à un seul droit fixe, et ce droit est toujours le plus élevé de ceux qu'il aurait à payer s'il était assujéti à autant de droits fixes qu'il exerce de professions.

Le siège de la compagnie des forges et fonderies de la Loire et de l'Ardèche étant à Lyon, c'est dans cette ville que le droit fixe doit être acquitté. Or, la compagnie étant imposée dans ladite ville, et le droit étant égal à celui porté au nom de la même compagnie sur les rôles de la commune de Saint-Jean-Bonnefond, il y avait lieu de lui faire remise de ce dernier droit pour l'année 1845.

Quant à sa réclamation relative au double droit fixe perçu pour les années antérieures, elle a été repoussée comme tardive, toute demande en décharge ou ré-

(1) Voir cette ordonnance, ci-après, p. 674.

duction devant; d'après l'article 28 de la loi du 21 avril 1832, être formée dans les trois mois de l'émission des rôles.

Ses conclusions tendant à la réduction du droit proportionnel auquel elle a été assujéti dans la commune de Saint-Jean-Bonnefond, pour les exercices 1843 et 1844, ont été également écartées.

L'art. 26 de la loi du 26 mars 1841 exige que la valeur locative des bâtiments servant de base au droit proportionnel de patente, soit établie au moyen de baux authentiques, si les bâtiments sont loués ou affermés, et, dans le cas contraire, par comparaison, avec ceux dont le loyer est régulièrement constaté ou notoirement connu.

La compagnie de la Loire et de l'Ardèche, dont l'entreprise se compose des hauts-fourneaux du Janon, des forges de Terre-Noire et de divers bâtiments, a, par un bail enregistré le 13 juin 1838, loué les fourneaux du Janon pour neuf années, à partir de 1836. Ce bail lui a été opposé. On a soutenu que le prix stipulé, soit la somme de 20.923 fr., devait servir à déterminer la valeur locative desdits hauts-fourneaux et être pris comme point de comparaison pour les autres mines et bâtiments; et l'on observait qu'en procédant ainsi, on arrivait, pour l'ensemble des établissements, à un chiffre supérieur à celui qui avait été assigné. La compagnie n'admettait pas qu'on eût recours à ces moyens d'estimation: elle soutenait que le bail sur lequel on s'appuyait et dont elle avait accepté les conditions, pour ne plus avoir à lutter contre un établissement qui lui faisait concurrence, ayant pris fin par suite de l'acquisition qu'elle en avait faite en 1842, il demeurerait sans application pour les années qui restaient à courir à compter de l'époque de cette acquisition; mais ce motif n'a point paru fondé. Il a été décidé que, bien que le bail eût cessé de recevoir son exécution en 1843 et 1844, par ce fait que la compagnie était devenue elle-même propriétaire des hauts-fourneaux, la valeur locative de cet immeuble, pour ces deux exercices, n'en était pas moins régulièrement constatée par ledit bail; qu'en outre, à l'égard des forges et autres bâtiments non affermés, on était en droit d'en établir la valeur locative par comparaison avec l'usine du Janon, qui, ainsi qu'on vient de le voir, offrait une base légale d'appréciation.

En ce qui concerne le droit proportionnel imposé à la compagnie pour l'exercice 1845, dans la commune de Saint-Jean-Bonnefond, la compagnie, mise en demeure de recourir à la vérification par voie d'expertise de la valeur locative sur laquelle il devait être établi, a négligé de se livrer à ce moyen de vérification; mais l'instruction à laquelle il a été procédé ayant fait reconnaître que ce droit avait été calculé conformément à l'art. 9 de la loi du 25 avril 1844, sur la valeur locative de son entreprise, considérée dans son ensemble et munie de tous ses moyens matériels de production, et qu'il n'était pas exagéré, il n'y avait pas non plus ici de réduction à prononcer.

## LOIS, ORDONNANCES

ET DÉCISIONS DIVERSES,

CONCERNANT

LES MINES, USINES, ETC.

(NOTA. Les quatre ordonnances ci-après ont été omises dans le tome IX, 4<sup>e</sup> série, des *Annales des mines*.)

*Ordonnance du 12 février 1846, qui accorde la re-* Mines de plomb  
*mise de la redevance proportionnelle pour cinq* argentifère de  
*années à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1844, à la Société* Combres, Roure  
*propriétaire des mines de plomb argentifère de* et Barbecot.  
*COMBRES, ROURE et BARBECOT, désignées sous le*  
*nom de mines de PONTGIBAUD (Puy-de-Dôme).*

*Ordonnance du 20 février 1846, portant annula-* Mines de houille  
*tion d'un arrêté du conseil de préfecture du dé-* de Vicoigne.  
*partement du Nord, qui a accordé à la compa-*  
*gnie des mines de houille de VICOIGNE, pour l'exer-*  
*cice 1842, une réduction sur sa redevance fixe et*  
*sa redevance proportionnelle.*

Louis-Philippe, etc.,

Sur le rapport du comité du contentieux,

Vu les deux rapports à nous présentés par notre ministre des finances, lesdits rapports enregistrés au secrétariat général du conseil d'État, les 22 juillet et 7 septembre 1844, et tendant à ce qu'il nous plaise annuler pour excès de pouvoirs et pour mal jugé au fond, un arrêté du conseil de préfecture du Nord, en date du 12 avril 1844, lequel a accordé à la compagnie des mines de houille de Vicoigne, pour l'exercice 1842, une réduction de 93 fr. sur sa redevance fixe, et de 4.900 fr. sur sa redevance proportionnelle;

Vu l'arrêté attaqué ;

Vu les avis de l'ingénieur en chef des mines et du directeur des contributions directes ;

Vu le nouvel avis de l'ingénieur en chef des mines, en date du 7 mars 1843 ;

Vu les observations du conseil d'administration de la compagnie des mines de houille de Vicoigne, en réponse à la communication qui lui a été donnée du pourvoi ; lesdites observations enregistrées au secrétariat général de notre conseil d'Etat, le 14 juin 1845, et concluant au rejet dudit pourvoi ;

Vu le mémoire additionnel à nous présenté par ladite compagnie ; ledit mémoire enregistré, comme dessus, le 20 août 1845, et concluant à ce qu'il nous plaise, subsidiairement, déclarer que leur redevance proportionnelle pour l'année 1842 ne sera calculée que sur un produit net de 52.000 fr. ;

Vu toutes les pièces produites et jointes au dossier, et notamment l'état d'exploitation de la mine de houille de Vicoigne dressé par l'ingénieur des mines, le maire, les adjoints et les répartiteurs de la commune de Raismes ;

Vu la loi du 21 avril 1810 et le décret du 6 mai 1811 ;

Oùï M<sup>e</sup> Lebon, avocat de la compagnie des mines de Vicoigne ;

Oùï M. Paravey, maître des requêtes, commissaire du roi ;

Sans qu'il soit besoin d'examiner les autres moyens du pourvoi ;

Considérant que, conformément à la loi du 21 avril 1810 et au décret du 6 mai 1811, les propriétaires des mines sont assujettis à une redevance fixe réglée d'après l'étendue de la concession, et à une redevance proportionnelle du vingtième, établie chaque année sur le produit net de l'extraction ;

Considérant qu'il résulte de l'instruction que l'étendue de la concession des mines de Vicoigne est de 13 kilomètres, 20 centimètres, et que dès lors la redevance fixe doit être rétablie à 132 francs ;

Que la redevance proportionnelle doit être fixée pour 1842 à une somme de 7.000 francs, à raison d'un revenu net de 140.000 francs ; d'où il suit que c'est à tort que, par son arrêté en date du 12 avril 1844, le conseil de

préfecture du Nord a abaissé, pour l'exercice 1842, la redevance fixe de ladite compagnie à 39 francs, et la redevance proportionnelle à 2.100 francs.

Notre conseil d'Etat entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

*Art. 1<sup>er</sup>.* L'arrêté du conseil de préfecture du Nord, en date du 12 avril 1844, est annulé.

*Art. 2.* La compagnie des mines de Vicoigne sera rétablie pour l'exercice 1842 aux redevance fixe et proportionnelle auxquelles elle avait été primitivement imposée.

*Art. 3.* Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'Etat au département de la justice, président du conseil d'Etat, et notre ministre secrétaire d'Etat des finances, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

*Ordonnance du 26 novembre 1846, statuant sur un pourvoi formé par le sieur AGOMBART contre un arrêté du conseil de préfecture du département de l'AISNE, qui lui a imposé une subvention spéciale pour les dégradations causées à un chemin vicinal par l'exploitation d'une sablière.*

Chemins vicinaux.

Subventions spéciales à payer par les exploitants de mines, carrières, etc.

Louis-Philippe, etc.,

Sur le rapport du comité du contentieux,

Vu la requête à nous présentée par le sieur Antoine-Martin Agombart, marchand briquetier, demeurant à Saint-Quentin, ladite requête enregistrée au secrétariat général de notre conseil d'Etat, le 1<sup>er</sup> juin 1844, et tendant à ce qu'il nous plaise annuler un arrêté du conseil de préfecture du département de l'Aisne, en date du 3 mai 1844, qui a décidé qu'il paierait une subvention spéciale pour les dégradations causées en 1843 à la ligne vicinale de grande communication n<sup>o</sup> 4, par l'exploitation de sa sablière, et a fixé cette subvention à 2.476 francs 28 centimes ;

Vu l'arrêté du sous-préfet de Saint-Quentin ordonnant la reconnaissance de l'état de viabilité du chemin dont il s'agit ;

Vu l'arrêté attaqué ;

Vu le procès-verbal de reconnaissance de la viabilité dudit chemin, en date du 22 décembre 1843;

Vu deux nouveaux arrêtés du sous-préfet, du 12 et du 24 janvier 1844, le premier mettant en demeure le sieur Agombart et autres industriels de choisir un seul expert chargé de les représenter tous dans l'expertise pour l'évaluation des dégradations du chemin, le second nommant l'expert de l'administration et désignant d'office celui du sieur Agombart;

Vu le rapport des experts, en date du 6 février 1844;

Vu le mémoire en date du 28 mars 1844, adressé au conseil de préfecture par le sieur Agombart, et tendant à ce que ce conseil déclare nul et de nul effet les procès-verbaux ci-dessus visés, et déclare également l'administration non recevable dans sa demande à fin de subventions pour ces dégradations commises sur la route vicinale n° 4;

Vu l'ordonnance de soit communiquée à la ville de Saint-Quentin, rendue le 13 août 1844, par le vice-président de notre conseil d'Etat;

Vu les renseignements transmis par le préfet de l'Aisne;

Vu la réponse de notre ministre de l'intérieur à la communication qui lui a été donnée du pourvoi, ladite réponse enregistrée au secrétariat général de notre conseil d'Etat le 17 mars 1845;

Vu le nouveau mémoire présenté au nom du sieur Agombart, ledit mémoire enregistré comme dessus le 17 décembre 1845 et persistant dans les conclusions du recours, et en outre à ce qu'il plaise au conseil condamner la ville de Saint-Quentin aux dépens, au moins de ceux faits pour obéir à l'ordonnance de soit communiquée ci-dessus visée;

Vu toutes les pièces produites et jointes au dossier;

Vu l'article 305 du Code de procédure civile;

Vu la loi du 21 avril 1832;

Vu la loi du 21 mai 1836, art. 14 et 17;

Sur le moyen tiré de ce qu'il n'aurait pas été préalablement procédé à la constatation de l'état de viabilité : — Considérant qu'aux termes de l'article 14 de la loi du 21 mai 1836, lorsqu'un chemin vicinal est habituellement ou temporairement dégradé par des exploitations de

mines, de carrières, de forêts et de toute entreprise industrielle, il peut y avoir lieu à imposer aux entrepreneurs ou propriétaires des subventions spéciales, au cas où cedit chemin est entretenu à l'état de viabilité; mais qu'aucune disposition de loi n'exige que la reconnaissance de viabilité précède les dégradations causées à la voie vicinale;

Considérant qu'il résulte de l'instruction, et notamment du procès-verbal du 22 décembre 1843, que le chemin dont il s'agit était entretenu à l'état de viabilité;

Sur l'expertise : — Considérant qu'il ne peut être statué sur les subventions spéciales prévues par l'article 14 de la loi du 21 mai 1836 qu'après expertise contradictoire dans les formes prescrites par l'article 17 de ladite loi; qu'à défaut par le sieur Agombart d'avoir désigné son expert, c'était au conseil de préfecture qu'il appartenait d'en nommer un d'office; qu'il résulte de l'instruction que cette désignation d'office a été faite par le sous-préfet; que, dès lors, l'expertise est irrégulière et qu'il y a lieu, avant faire droit, de procéder à une nouvelle expertise, conformément à l'article 17 de la loi précitée;

En ce qui touche les dépens : — Considérant qu'en vertu de l'article 14 de la loi ci-dessus citée, les subventions doivent être recouvrées comme en matière de contributions directes, et qu'aux termes de l'article 30 de la loi du 21 avril 1832, en matière de contributions, le recours contre les arrêtés des conseils de préfecture est sans frais;

Notre conseil d'Etat entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

*Art. 1<sup>er</sup>.* L'arrêté du conseil de préfecture du 3 mai 1844 est annulé en tant qu'il a fixé à 2.476 fr. 28 cent. la subvention spéciale que doit supporter le sieur Agombart pour réparation du chemin vicinal n° 4.

*Art. 2.* Le sieur Agombart est renvoyé devant ledit conseil de préfecture pour faire statuer ce qu'il appartiendra relativement à l'évaluation des dégradations par lui occasionnées, après toutefois qu'il aura préalablement été procédé à une expertise contradictoire dans les formes déterminées par l'article 17 de la loi du 21 mai 1836.

*Art. 3.* Le surplus des conclusions du sieur Agombart est rejeté.

Chemins  
communaux.

Subventions spéciales à payer par les exploitants de mines, carrières, forêts, etc.

*Ordonnance du 10 décembre 1846, portant rejet d'un pourvoi du ministre des finances contre un arrêté du conseil de préfecture du BAS-RHIN, qui a mis à la charge de l'État une partie de la dépense occasionnée par la réparation d'un chemin communal.*

Louis-Philippe, etc.,

Sur le rapport du comité du contentieux,

Vu le rapport à nous présenté par notre ministre des finances, ledit rapport enregistré au secrétariat général de notre conseil d'État, le 26 avril 1843, et tendant à ce qu'il nous plaise annuler, pour excès de pouvoir, un arrêté du conseil de préfecture du Bas-Rhin, en date du 15 novembre 1842, qui a mis à la charge de l'État et de la ville de Haguenau les 82 centièmes des dépenses occasionnées par la réparation du chemin vicinal de Kaltenhausen à Oberhoffen et la reconstruction du pont établi au point où ce chemin est traversé par la Moser;

Vu l'arrêté attaqué;

Vu le mémoire du préfet du Bas-Rhin, ledit mémoire enregistré comme dessus, le 30 novembre 1843, et présenté d'office par ledit préfet, comme surveillant légal des intérêts des communes d'Oberhoffen, Schirrhein et Kaltenhausen, qui n'ont pas répondu à la communication qui leur a été donnée du pourvoi;

Vu la lettre de notre ministre des finances, en date du 2 juillet 1845, ensemble le rapport du directeur général des forêts du 23 mai précédent, ladite lettre et ledit rapport enregistrés comme dessus, le 4 juillet 1845, et persistant dans les conclusions du pourvoi;

Vu les procès-verbaux des 10 septembre et 31 octobre 1842;

Vu les lettres du conservateur des forêts, en date des 19 novembre 1832, 13 mars, 8 avril et 26 octobre 1833;

Vu ensemble toutes les pièces produites et jointes au dossier;

Vu la loi et notamment l'article 14 de la loi du 21 mai 1836;

Où M. Cornudet, maître des requêtes, commissaire du roi;

Considérant qu'aux termes de l'article 14 de la loi du 21 mai 1836, lorsqu'un chemin vicinal est habituellement ou temporairement dégradé par des exploitations de mines, carrières, forêts ou toute autre entreprise industrielle, il peut y avoir lieu à imposer aux entrepreneurs ou propriétaires des subventions spéciales au cas où ledit chemin est entretenu à l'état de viabilité, mais qu'aucune disposition n'exige que cet état de viabilité soit constaté avant le commencement de l'exploitation desdites mines, carrières ou forêts;

Considérant qu'il résulte des procès-verbaux des 10 septembre et 31 octobre 1842 que le chemin vicinal de Kaltenhausen à Oberhoffen était en 1841 entretenu à l'état de viabilité;

Que, dès lors, c'est avec raison que le conseil de préfecture du Bas-Rhin a condamné l'État à payer une subvention spéciale pour les dégradations causées à ladite route par l'exploitation de la forêt de Haguenau, appartenant, pour partie, à l'État;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

*Art. 1<sup>er</sup>.* Les conclusions de notre ministre des finances sont rejetées.

*Art. 2.* Notre garde des sceaux ministre de la justice et des cultes et notre ministre des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

## DEUXIÈME SEMESTRE 1847.

*Loi du 23 juillet 1847, qui autorise l'acquisition de la propriété de CHANTE-GRILLET, près SAINT-ÉTIENNE, pour y installer l'école des mineurs.* École des mineurs de Saint-Étienne.

*Art. 1<sup>er</sup>.* Il est ouvert au ministre secrétaire d'État des travaux publics, sur l'exercice 1847, un crédit de deux

cent quatre-vingt mille sept cents francs (280.700 fr.), et, sur l'exercice 1848, un crédit de quarante-six mille sept cent francs (46.700 fr.), qui seront affectés :

1° A l'acquisition de la propriété dite Chante-Grillet, et de ses dépendances, sise près Saint-Etienne (département de la Loire), pour y installer l'école des mineurs de cette ville;

2° Aux frais d'appropriation des bâtiments et d'installation de l'école.

*Art. 2.* Il sera pourvu aux dépenses autorisées par la présente loi, sur les exercices 1847 et 1848, au moyen des ressources ordinaires affectées aux besoins de ces deux exercices.

*Art. 3.* Il sera procédé, au profit de l'État, dans le délai de trois années, à dater du jour de la promulgation de la présente loi, à l'aliénation des deux tiers de la superficie de la propriété de Chante-Grillet.

Collections  
scientifiques.

*Loi du 8 août 1847, qui ouvre un crédit pour l'acquisition de diverses collections scientifiques.*

(Extrait.)

Louis-Philippe, etc.,

*Art. 1<sup>er</sup>.* Il est ouvert au ministre secrétaire d'Etat au département de l'instruction publique, sur l'exercice 1847, un crédit de cent soixante-deux mille cent francs, applicable, savoir :

3° Dix-huit mille francs à l'acquisition, pour le Muséum d'histoire naturelle, de la collection de coquilles formée par M. de Roissy;

4° Seize mille francs à l'acquisition de la collection paléontologique de l'Auvergne, recueillie par M. Bravard, également pour le Muséum d'histoire naturelle;

5° Trente mille francs à l'acquisition, pour le Muséum d'histoire naturelle, de la collection d'ossements fossiles

recueillie par M. Lartet dans les départements du Gers, des Hautes-Pyrénées et de la Haute-Garonne;

6° Cinq mille cinq cents francs à l'acquisition du terrain contenant ces couches d'ossements fossiles, et comprenant quatre hectares quatre-vingt-dix centiares;

7° Douze mille francs à l'acquisition de la collection de fossiles houillers, recueillie par M. Græser, pour le Muséum d'histoire naturelle et l'École royale des mines.

*Art. 2.* Il sera pourvu à la dépense autorisée par la présente loi, au moyen des ressources accordées par la loi de finances du 3 juillet 1846 (loi des recettes).

*Ordonnance du 7 juillet 1847, portant que la concession des mines de houille de SAINT-GEORGES-CHATELAI-SON (Maine-et-Loire) est partagée en deux concessions distinctes, dont l'une conservera le nom de concession de SAINT-GEORGES-CHATELAI-SON, et l'autre prendra le nom de concession de SAINT-LAMBERT.*

Mines de houille  
de St-Georges-  
Châtelais.

(Extrait.)

*Art. 2.* Ce partage est déterminé, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, par une ligne droite tirée de part et d'autre du clocher de Rablay et perpendiculaire à la ligne menée du clocher de Saint-Lambert à celui de Faveraye.

*Art. 3.* La concession dite de *Saint-Georges-Châtelais*, portant sur les territoires des communes de Rablay, Faye, Le Champ, Thouarcé, Faveraye, Chavagnes, Martigné, Aubigné, Tigne, Brigné, Saint-Georges-Châtelais, Concourson, Soulangers et les Verchers, arrondissement d'Angers et de Saumur, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

*Au Nord-Est*, par quatre lignes droites menées, la première, du clocher des Verchers à l'angle Sud-Ouest du château de Maurepart, en la prolongeant de 1.040 mètres au delà de cet angle, jusqu'au point A du plan; la

seconde, du point A au clocher de Martigné; la troisième, du clocher de Martigné à l'intersection des chemins de Cornu à Millé et de Thouarcé à Martigné, en la prolongeant de 7.780 mètres au delà de cette intersection jusqu'au point B; la quatrième, du point B au clocher de Beaulieu, en s'arrêtant au point F, intersection de ladite droite avec une autre droite tirée du clocher de Rablay perpendiculairement à la ligne IH tirée du clocher de Faveraye à celui de Saint-Lambert.

*Au Nord-Ouest*, par la droite FE tirée du clocher de Rablay perpendiculairement à la ligne IH;

*Au Sud-Ouest*, par la portion de la ligne droite tirée du clocher de Saint-Lambert à celui de Faveraye, comprise entre le point E, pied de la perpendiculaire FE, et le clocher de Faveraye, point I; et par deux autres droites tirées, la première, du clocher de Faveraye au clocher d'Aubigné, et la seconde, de ce dernier clocher à un point M situé sur la route de Cholet à Doué, à 110 mètres au Nord-Est du point où cette route est coupée par le chemin des Rochettes aux Verchers, en prolongeant cette ligne droite jusqu'au point D où elle rencontre la rivière du Layon;

*Au Sud-Est*, par une ligne menée du point D au clocher des Verchers, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 74 kilomètres carrés, 44 hectares.

*Art. 4.* La concession dite de *Saint-Lambert*, portant sur le territoire des communes de Saint-Lambert, Beaulieu, Chanzeaux, Rablay et Faye, arrondissement d'Angers, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

*Au Sud-Ouest*, par la portion de la ligne droite IH tirée du clocher de Saint-Lambert à celui de Faveraye, comprise entre le premier clocher et le point E, pied d'une perpendiculaire abaissée du clocher de Rablay sur ladite ligne;

*Au Sud-Est*, par une ligne perpendiculaire abaissée du clocher de Rablay sur la ligne IH et prolongée jusqu'au point F, intersection de cette perpendiculaire avec la ligne tirée du point B au clocher de Beaulieu;

*Au Nord-Est*, par la portion de ladite ligne droite tirée du point B au clocher de Beaulieu, comprise entre le

point E et le point C, où le prolongement de cette droite rencontre la limite de la concession de Layon-et-Loire;

*Au Nord-Ouest*, par une ligne droite allant dudit point C au pont barré, et par la route de Cholet à Angers, à partir dudit pont jusqu'au clocher de Saint-Lambert, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 8 kilomètres carrés, 80 hectares.

*Art. 6.* Toutes les autres dispositions de notre ordonnance du 12 février 1843, et celles du cahier des charges y annexé sont rendues communes à chacune des deux concessions de Saint-Georges-Châtelais et de Saint-Lambert, et seront exécutées suivant leur forme et teneur.

*Ordonnance du 9 juillet 1847, portant concession* Mines métal-  
lifères de Pont-  
vieux.  
*au sieur Théodore-Rose-Léon-Alfred SUDRE, des gîtes métallifères contenant or ou argent, situés dans les communes de TAUVES, LA TOUR, BAGNOLS et LA RODDE, arrondissement d'ISSOIRE (Puy-de-Dôme).*

(Extrait.)

*Art. 2.* Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Pontvieux*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

*Au Nord*, par une droite menée de la maison du sieur Jean Chassagne, la plus au Nord de Rimaudet, point A du plan, à la grange du sieur Jean Gueydier, point B, formant le bâtiment le plus au Nord de Manaranche;

*Au Nord-Est*, par une droite menée du point B à la grange du sieur Jean Boyer, point C, formant le bâtiment le plus à l'Est de La Roche;

*A l'Est*, par une droite menée du point C à la maison du sieur Annet Fagheon, la plus à l'Ouest d'Auliat, point D;

*Au Sud-Est*, par une droite menée du point D au point E, angle Sud-Est de la grange du sieur Chanet, puis par une autre droite menée de ce dernier point à l'angle Sud Est de la maison du sieur Jacques Fouillat,

la plus au Sud-Est d'Aulnat-Soubro, et prolongée jusqu'à sa rencontre au point F avec le chemin venant d'Aulnat-Sautro, qui passe à l'Ouest d'Aulnat-Soubro;

*Au Sud*, par une droite menée du point F au pont de La Royade, point G, situé sur la route de Clermont à Aurillac, puis par une autre droite menée de ce dernier point à la maison des héritiers Teillot, point H, la plus au Sud de Terrif;

*A l'Ouest*, par une droite menée de ce point à la maison du sieur Antoine Oudet, point I, la plus à l'Est de Pérignat;

*Au Nord-Ouest*, par une droite menée du point I au point de départ A;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 9 kilomètres carrés, 40 hectares.

*Art. 4.* Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une rétribution annuelle de 15 centimes par hectare.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface.

Usine à fer,  
à Brive.

*Ordonnance du 9 juillet 1847, portant que le sieur SAUVAGE est autorisé à établir près du moulin du PRIEUR, sur la CORRÈZE, dans la commune de BRIVE (Corrèze), une usine à fer composée d'un haut-fourneau, de deux feux d'affinerie, d'un bocard à crasses, d'un lavoir à bras, et des machines soufflantes et de compression nécessaires pour la fabrication du fer.*

Usines.  
Droit de patente.

*Ordonnance du 14 juillet 1847, statuant sur les requêtes de la compagnie des fonderies et forges de la LOIRE et de l'ANDÈCHE contre trois arrêtés du conseil de préfecture de la Loire qui ont rejeté les réclamations présentées par elle au sujet des droits*

*de patente auxquels elle a été soumise pour les années 1843, 1844 et 1845.*

Louis-Philippe, etc.

Sur le rapport du comité du contentieux,

Vu, etc.

Considérant que les trois pourvois sont connexes; que, dès lors, il y a lieu de les joindre pour y être statué par une seule et même ordonnance;

En ce qui touche la demande en décharge du droit fixe auquel la compagnie a été imposée sur les rôles de la commune de Saint-Jean-Bonnefond pour les exercices antérieurs à l'année 1845: — Considérant qu'aux termes de l'article 28 de la loi du 21 avril 1832, toute demande en décharge ou réduction doit être formée dans les trois mois de l'émission des rôles, et que le sieur Génissieu ne justifie d'aucune demande en décharge du droit fixe imposé à la compagnie dans les trois mois de l'émission des rôles relatifs aux exercices antérieurs à 1845;

En ce qui touche la demande en réduction de droit proportionnel de patente auquel la compagnie a été imposée sur les rôles de la commune de Saint-Jean-Bonnefond pour les exercices 1843 et 1844: — Considérant qu'aux termes de l'article 26 de la loi du 26 mars 1831, la valeur locative des bâtiments servant de base au droit proportionnel de patente doit être établie au moyen de baux authentiques, si les bâtiments sont loués ou affermés, et, dans le cas contraire, par comparaison avec ceux dont le loyer est régulièrement constaté ou notoirement connu;

Sur l'évaluation de la valeur locative des hauts-fourneaux de Janon exploités par la compagnie requérante: — Considérant que, par bail enregistré le 13 juin 1838, la compagnie requérante a loué lesdits fourneaux pour neuf années à partir de 1836; que si ce bail a cessé de recevoir son exécution, c'est parce que la compagnie est devenue elle-même propriétaire desdits immeubles; que, dès lors, la valeur locative de ladite usine, pour les exercices 1843 et 1844, est régulièrement constatée par le bail dont il s'agit;

Sur l'évaluation de la valeur locative des forges et autres bâtiments devant servir de base au droit proportionnel de la même compagnie: — Considérant qu'à défaut de bail de ces derniers bâtiments, il y a lieu d'en établir la

valeur locative par comparaison avec l'usine du Janon dont le loyer est régulièrement constaté ;

Considérant qu'il résulte de l'instruction que la valeur locative résultant de cette comparaison est supérieure à la différence entre le loyer constaté du Janon et la somme portée au rôle pour servir de base au droit proportionnel de la compagnie ;

En ce qui touche la demande en décharge du droit fixe imposé à la compagnie pour l'exercice 1845 sur le rôle de la commune de Saint-Jean-Bonnefond, comme faisant double emploi avec celui imposé à la même compagnie sur les rôles de la ville de Lyon : — Considérant qu'aux termes de l'article 7 de la loi du 25 avril 1844, le patentable qui exerce plusieurs commerces, industries ou professions dans plusieurs communes différentes ne peut être soumis qu'à un seul droit fixe, et que ce droit est toujours le plus élevé de ceux qu'il aurait à payer s'il était assujéti à autant de droits fixes qu'il exerce de professions ;

Considérant qu'il résulte des statuts de la compagnie que le siège légal de la société est à Lyon ; que, dès lors, c'est dans cette dernière ville que le droit fixe dû par la compagnie doit être acquitté ;

Considérant qu'il résulte de l'instruction que ladite compagnie a été imposée dans la ville de Lyon au droit fixe, et que ce droit est égal à celui qui a été porté au nom de la même compagnie sur les rôles de la commune de Saint-Jean-Bonnefond ; que, dès lors, il y a lieu de lui accorder décharge de ce dernier droit ;

En ce qui touche la demande en réduction du droit proportionnel imposé à la compagnie pour le même exercice dans la commune de Saint-Jean-Bonnefond : — considérant qu'aux termes de l'art. 3 de la loi du 25 avril 1844, le droit proportionnel pour les usines et les établissements industriels doit être calculé sur la valeur locative de ces établissements pris dans leur ensemble et munis de tous leurs moyens matériels de production ;

Considérant qu'il résulte des documents de l'affaire que le sieur Génissieu, mis en demeure de recourir à la vérification par voie d'expertise de la valeur locative servant de base au droit proportionnel de patente de la compagnie pour l'exercice 1845, a négligé de recourir à ce moyen de vérification, et qu'il résulte de l'instruction que la

valeur locative de l'établissement industriel qu'il dirige, pris dans son ensemble et muni de tous ses moyens matériels de production, n'a pas été exagérée.

Art. 1<sup>er</sup>. Il est accordé décharge à la compagnie du droit fixe porté à son nom sur les rôles de la commune de Saint-Jean-Bonnefond, pour l'exercice 1845.

Art. 2. Le surplus des conclusions du sieur Génissieu au nom de la compagnie est rejeté.

Art. 3. Notre garde des sceaux, ministre de la justice et des cultes, et notre ministre des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

*Ordonnance du 17 juillet 1847, portant qu'il est fait concession au sieur Louis-Marie-Paul, comte d'HUNOLSTEIN, des mines de fer oolitique en couches situées dans la commune d'OTTANGE, arrondissement de THIONVILLE (Moselle).*

Mines de fer  
d'Ottange.

( Extrait. )

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession d'Ottange*, est limitée conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

*Au Nord*, par la frontière du grand duché de Luxembourg, à partir du point M jusqu'au point A dit *des Trois-Bornes* ;

*A l'Est*, par la limite orientale de la commune d'Ottange, à partir dudit point A jusqu'au point F où cette limite est coupée par le chemin d'Ottange à Rochonvillers ;

*Au Sud-Ouest*, par une ligne droite menée dudit point F au point de séparation des bois d'Audun-le-Tiche, de Bilbert et de Sifflange, mais en l'arrêtant au point N, où cette ligne rencontre le chemin d'Ottange à Aumetz et Audun-le-Tiche ;

*Au Nord - Ouest*, par une ligne droite allant dudit point N au point M, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 5 kilomètres carrés, 54 hectares.

*Art. 5.* Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédés, sont réglés à une redevance annuelle de 65 centimes par hectare de terrain compris dans la concession.

Ces dispositions sont applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface.

*Cahier des charges de la concession des mines de fer d'OTTANGE.*

( Extrait. )

*Art. 8.* Dans le cas où les travaux projetés par le concessionnaire devraient s'étendre sous le village d'Ottange, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation spéciale du préfet, donnée sur le rapport des ingénieurs des mines, après que le conseil municipal et les propriétaires intéressés auront été entendus, et après que le concessionnaire aura donné caution de payer l'indemnité exigée par l'article 15 de la loi du 21 avril 1810. Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portées devant les tribunaux et cours, conformément audit article.

L'autorisation d'exécuter les travaux sera refusée par le préfet, s'il est reconnu que l'exploitation peut compromettre la sûreté du sol, celle des habitants ou la conservation des édifices.

*Art. 9.* Dans le cas où les travaux projetés par le concessionnaire devraient s'étendre sous le ruisseau ou les étangs d'Ottange, ou à une distance de leurs bords moindre de 10 mètres, ces travaux ne pourront être exécutés qu'en vertu d'une autorisation du préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, après que les propriétaires auront été entendus, et après que le concessionnaire aura donné caution de payer l'indemnité exigée par l'article 15 de la loi du 21 avril 1810. Les contestations relatives soit à la caution, soit à l'indemnité, seront portées devant les tribunaux et cours, conformément audit article.

S'il est reconnu que l'autorisation peut être accordée,

l'arrêté du préfet prescrira toutes les mesures de conservation et de sûreté qui seront jugées nécessaires.

*Art. 10.* Le concessionnaire ne pourra pratiquer aucune ouverture dans les bois communaux d'Ottange avant qu'il ait été dressé contradictoirement procès-verbal de l'état des lieux par les agents de l'administration des forêts, afin que l'on puisse constater, au bout d'un an, et successivement chaque année, les indemnités qui seront dues.

Les déblais extraits de ces travaux seront déposés aussi près qu'il sera possible de l'entrée des mines, dans les endroits les moins dommageables, lesquels seront désignés par le préfet, sur la proposition des agents forestiers locaux, le concessionnaire et l'ingénieur des mines ayant été entendus.

*Art. 11.* Le concessionnaire sera civilement responsable des dégâts commis dans la forêt par ses ouvriers ou par ses bestiaux, dans la distance fixée par l'article 31 du Code forestier.

*Art. 12.* Lorsque le concessionnaire abandonnera une ouverture de mine, il pourra être tenu de la faire combler en nivelant le terrain, et de faire repeupler ce terrain en essence de bois convenable au sol. Cette disposition sera ordonnée, s'il y a lieu, par un arrêté du préfet, sur le rapport des agents de l'administration forestière et de l'ingénieur des mines, le concessionnaire ayant été entendu, et sauf le recours devant le ministre des travaux publics.

*Art. 20.* En exécution de l'article 70 de la loi du 21 avril 1810, le concessionnaire fournira à l'ancien haut-fourneau d'Ottange et au haut-fourneau de la Caulre, qui s'approvisionnaient sur des gîtes compris dans sa concession, la quantité de minerai nécessaire à l'alimentation de ces hauts-fourneaux, au prix qui sera fixé par l'administration.

*Art. 21.* Lorsque les approvisionnements des usines ci-dessus désignées auront été assurés, le concessionnaire sera tenu de fournir, autant que ses exploitations le permettront, à la consommation des usines établies ou à établir dans le voisinage avec autorisation légale. Le prix des minerais sera alors fixé de gré à gré ou à dire d'experts, ainsi qu'il est indiqué en l'article 65 de la loi du

21 avril 1810, pour les exploitations de minières de fer.

*Art. 22.* En cas de contestations entre plusieurs maîtres de forges, relativement à leur approvisionnement en minerai, il sera statué par le préfet, conformément à l'article 64 de la même loi.

*Art. 34.* Le concessionnaire ne pourra établir des usines pour la préparation mécanique ou le traitement minéralurgique des produits de ses mines qu'après avoir obtenu une permission à cet effet, dans les formes déterminées par les articles 73 et suivants de la loi du 21 avril 1810.

Saline de Vic. *Ordonnance du 17 juillet 1847, portant que le sieur François NARVAEZ, comte d'YUMURY, est autorisé à remettre en activité la saline qu'il possède à Vic (Meurthe); ladite saline comprenant deux ateliers, dont l'un renferme huit poêles ayant ensemble une surface de 20 mètres carrés, et l'autre sept poêles, offrant ensemble une surface de 536 mètres carrés.*

Saline de Moyenvic.

*Ordonnance du 17 juillet 1847, portant que M. François NARVAEZ, comte d'YUMURY, est autorisé à remettre en activité la saline qu'il possède à MOYENVIC (Meurthe); ladite saline comprenant deux ateliers, dont l'un renferme six poêles, ayant ensemble une surface de 630 mètres carrés, et l'autre trois poêles, offrant ensemble une surface de 302 mètres carrés.*

Acierie de Mottétières, commune de Montaudo.

*Ordonnance du 17 juillet 1847, portant que les sieurs TRINQUET fils et compagnie sont autorisés à établir une aciérie au lieu dit LES MOTTÉTIÈRES, commune de MONTAUD (Loire).*

La consistance de cette usine est réglée ainsi qu'il suit :

- 1° Deux fours de cémentation ;
- 2° Douze fours pour la fusion de l'acier ;
- 3° Trois fours pour chauffer l'acier destiné à être étiré et laminé ;
- 4° Et les machines de compression et d'étirage, ainsi que les accessoires nécessaires au travail de l'établissement.

(Extrait.)

*Art. 3.* Les permissionnaires ne devront faire usage dans leur usine que de combustibles minéraux.

*Ordonnance du 17 juillet 1847, portant que la dame veuve CLÉMENT et le sieur VARINOT sont autorisés à établir un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer, et un patouillet à deux huches, sur la dérivation de la rivière d'AUJON, à côté du moulin qu'ils possèdent à MONTRIBOURG, arrondissement de CHAUMONT (Haute-Marne).*

*Ordonnance du 17 juillet 1847, portant que le sieur GUILLEMINOT est autorisé : 1° à maintenir en activité l'ancien feu d'affinerie qu'il possède à LA CUDE, sur la rivière d'AUBE, dans les communes de BAY et de ROUELLES (Haute-Marne); 2° à ajouter un second feu d'affinerie à cette forge.*

*Ordonnance du 17 juillet 1847, portant que le sieur FABRY est autorisé à maintenir en activité l'usine à fer qu'il possède sur la rivière LA COQUILLE, dans la commune d'AIGNAY-LE-DUC (Côte-d'Or), et qui est composée d'un feu d'affinerie au charbon de bois et d'un marteau.*

Mines d'argent et autres métaux. *Ordonnance du 19 juillet 1847, portant réduction du périmètre de la concession des mines des CHALANCHES (Isère).*

(Extrait.)

*Art. 1<sup>er</sup>.* La surface de la concession de la mine des *Chalanches*, communes d'Allemont et de Livet, département de l'Isère, fixée à 113 kilomètres carrés, 86 hectares, par le décret impérial du 16 septembre 1808, est réduite à 5 kilomètres carrés, 50 hectares.

La concession ainsi réduite comprend les minerais d'argent et d'autres métaux contenus dans les mêmes gîtes.

*Art. 2.* Cette concession, qui conservera le nom de *concession des Chalanches*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

*Au Nord*, par une ligne droite partant de l'intersection du ruisseau de Baton avec le chemin appelé le Voitre et dirigé sur le bâtiment Olivier, au hameau de Cateyssard, mais en l'arrêtant au point A du plan, où elle coupe le chemin des Chagières;

*A l'Est*, par le chemin de Cateyssard aux Chalmettes et au Clot, depuis son intersection avec la ligne précédente jusqu'au hameau du Clot;

*Au Sud*, par le chemin partant du Clot, passant par la traverse et allant aboutir aux chalets de la montagne de Baton;

*A l'Ouest*, par la continuation de ce même chemin, depuis les chalets jusqu'à sa rencontre avec le ruisseau de Baton, et à partir de là, par le cours du ruisseau en remontant jusqu'à son intersection avec le chemin de Voitre, point de départ;

Lesdites limites renfermant, comme il est dit en l'article premier, une étendue superficielle de 5 kilomètres carrés, 50 hectares.

*Art. 3.* Ladite concession est et demeure affranchie, à partir du 1<sup>er</sup> janvier 1845, de la redevance fixe à laquelle elle se trouve imposée, conformément à la loi du 21 avril 1810 et au décret du 6 mai 1811, pour tous les terrains non compris dans le périmètre ci-dessus fixé.

*Rapport à M. le Ministre des travaux publics, en date du 24 juillet 1847, tendant à appliquer aux minières de fer du département de la SARTHE l'arrêté ministériel du 22 avril 1844.*

Minères de fer de la Sarthe.

Monsieur le ministre,

Un arrêté de M. votre prédécesseur, du 22 avril 1844, a, conformément aux articles 57 et 58 de la loi du 21 avril 1810, établi un règlement pour l'exploitation des minières de fer du département du Cher.

Ce règlement pouvant aussi recevoir ailleurs une utile application, il a été transmis aux préfets par une circulaire qui les a invités à examiner les dispositions qui seraient à prendre, suivant l'état de chaque minière.

Déjà ces mêmes mesures réglementaires ont été étendues à plusieurs localités.

M. le préfet de la Sarthe en propose également aujourd'hui l'application à son département.

Seulement, comme les minières de la Sarthe diffèrent, à quelques égards, de celles du Cher, par leur gisement et le mode d'exploitation en usage, M. l'ingénieur en chef des mines et M. le préfet ont été d'avis d'ajouter au règlement un article qui permettra de modifier, selon les circonstances, les conditions générales prescrites pour la conduite des travaux.

On conçoit, en effet, qu'il est nécessaire de laisser à l'autorité locale la faculté de déterminer, dans les arrêtés d'autorisation, le mode de travaux qui peut être le mieux approprié à la disposition du gîte. Il y a lieu, conséquemment, d'adopter l'article en question.

Mais il est à observer qu'en proposant cette clause, M. l'ingénieur en chef et M. le préfet ont eu principalement en vue de pouvoir dispenser les exploitants de l'obligation, exigée par l'article 12 du règlement, d'avoir dans chaque champ d'extraction deux puits en communication par des galeries. Or, le conseil général des mines fait remarquer qu'il conviendra, au contraire, de maintenir cette condition, ou du moins de n'en exempter que dans des cas rares et exceptionnels. Elle est effectivement très-essentielle. Car, si un éboulement arrive, l'un

des puits peut servir d'issue aux ouvriers et prévenir ainsi de graves accidents. En outre, cette communication des travaux souterrains, au moyen de deux puits, rend l'épuisement des eaux et l'aérage plus faciles, et met à même de donner à l'exploitation plus de développement. Elle est donc très-utile sous tous les rapports. Ce sera là, au reste, l'objet des instructions que j'adresserai au préfet.

Quant aux dispositions qui sont relatives à la délivrance des permissions, à l'exercice de la surveillance administrative et à la répression des contraventions, elles assureront le bon ordre dans les exploitations et garantiront tout ensemble les intérêts des propriétaires du sol et ceux des exploitants.

J'ai l'honneur, d'après ces considérations, de vous soumettre, monsieur le ministre, l'arrêté ci-joint, ayant pour but d'appliquer aux minières de fer du département de la Sarthe le règlement du 22 avril 1844.

Veuillez agréer, etc.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

*Arrêté du Ministre des travaux publics, du 26 juillet 1847, qui applique aux minières de fer du département de la SARTHE le règlement du 22 avril 1844 (1).*

Le ministre secrétaire d'État au département des travaux publics,

Sur le rapport du sous-secrétaire d'État,

Vu la lettre du 29 décembre 1846, par laquelle le préfet de la Sarthe propose d'appliquer à son département les dispositions du règlement établi par l'arrêté ministériel du 22 avril 1844 pour l'exploitation des minières de fer du département du Cher;

(1) Voir *Annales des mines*, 4<sup>e</sup> série, t. V, p. 713.

Le rapport de l'ingénieur en chef des mines, du 26 mai 1845;

L'avis du conseil général des mines, du 21 mai 1847;

Vu les articles 57 et 58 de la loi du 21 avril 1810, ainsi conçus :

Art. 57. « L'exploitation des minières est assujettie à des règles spéciales. Elle ne peut avoir lieu sans permission. »

Art. 58. « La permission détermine les limites de l'exploitation et les règles sous les rapports de sûreté et de salubrité publiques. »

Vu la section II du titre VII de la même loi, relative à la propriété et à l'exploitation des minerais de fer d'alluvion;

Les dispositions du titre X de ladite loi;

Les décrets des 18 novembre 1810 et 3 janvier 1813;

La loi du 14 décembre 1789;

Celle des 16-24 août 1790;

La loi du 29 floréal an X et les décrets des 18 août 1810 et 16 décembre 1811;

La loi du 12 juillet 1837;

Arrête ce qui suit :

Art. 1<sup>er</sup>. Les dispositions de l'arrêté du ministre des travaux publics, du 22 avril 1844, portant règlement pour l'exploitation des minières de fer du département du Cher, sont rendues applicables au département de la Sarthe, et y recevront en conséquence leur exécution.

Art. 2. Si, à raison de circonstances particulières du gisement de certains minerais de fer, il était reconnu qu'il y a lieu de modifier, par la suppression de quelques dispositions du règlement, ou par l'addition de quelques nouvelles dispositions, les règles générales relatives à l'exploitation, qui sont prescrites au titre II, le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, y apportera telles modifications qui seront jugées nécessaires.

Signé H. JAYR.

Mines de houille  
d'Erlenbach.

*Ordonnance du 28 juillet 1847, portant qu'il est fait concession au sieur Augustin-Marcelin, comte DE LARA et DU REN, agissant comme représentant de la Société civile dite DU REN, de mines de houille situées dans les communes d'ERLENBACH, TRIENBACH, VILLÉ, SAINT-MARTIN et BASSEMBERG, arrondissement de SCHLESTADT (Brs-Rhin).*

(Extrait.)

*Art. 2.* Cette concession, qui prendra le nom de *concession d'Erlenbach*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

*Au Nord*, par la ligne brisée ABCD, formée par le chemin de Breitenbach à Erlenbach, par les chemins de Bechling et de Langlith, jusqu'à l'angle Sud-Ouest de la forêt communale de Langlith et par la limite méridionale de cette forêt;

*A l'Est*, à partir du point D par la ligne brisée DEFGHIJK, passant par sept pierres-bornes, légalement reconnues, qui déterminent la limite de la forêt dite de Wad-Genossen, et par le chemin de Nohwald à Trienbach jusqu'à sa rencontre avec la route départementale n° 10, de Saales à Schlestadt;

*Au Sud*, à partir du point K par ladite route départementale n° 10, jusqu'au point L, origine du chemin de Villé à l'Erlenbach, point situé à l'angle occidental de l'auberge dite de l'Ancienne Poste, et par une ligne brisée LMN, passant par le clocher de Villé et par la croix de Nouille;

*A l'Ouest*, à partir du point N par une ligne droite allant à l'angle Sud-Ouest du jardin de l'ancien couvent de Houcourt, point O, par le chemin de Houcourt à Saint-Martin jusqu'à sa rencontre au point P avec la route départementale n° 10 de Saales à Schlestadt, par ladite route jusqu'à la limite entre les territoires des communes de Saint-Martin et de Villé, indiquée par le point Q, où se trouve une pierre-borne, puis par une ligne brisée QRSTUVXYA passant par neuf pierres-bornes légalement reconnues, qui déterminent la limite entre le territoire de Saint-Martin et ceux de Villé et d'Erlenbach, le point A étant le point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 7 kilomètres carrés, 73 hectares.

*Art. 4.* Les droits attribués aux propriétaires de la surface, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés à une rétribution annuelle de 10 centimes par hectare.

Ces dispositions sont applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface.

*Cahier des charges de la concession des mines de houille d'ERLENBACH.*

(Extrait.)

*Art. 7.* Le concessionnaire ne pourra pratiquer aucune ouverture de travaux dans les forêts communales ou domaniales situées dans le périmètre de la concession avant qu'il n'ait été dressé contradictoirement procès-verbal de l'état des lieux par les agents de l'administration des forêts, afin que l'on puisse constater au bout d'un an, et successivement chaque année, les indemnités qui seront dues.

Les déblais extraits de ces travaux seront déposés aussi près qu'il sera possible de l'entrée des mines, dans les endroits les moins dommageables, lesquels seront désignés par le préfet, sur la proposition des agents forestiers locaux, le concessionnaire et l'ingénieur des mines ayant été entendus.

*Art. 8.* Le concessionnaire sera civilement responsable des dégâts commis dans la forêt par ses ouvriers ou par ses bestiaux, dans la distance fixée par l'article 31 du Code forestier.

*Art. 9.* Lorsque le concessionnaire abandonnera une ouverture de mine, il pourra être tenu de la faire combler en nivelant ce terrain, et de faire repeupler ce terrain en essence de bois convenable au sol. Cette disposition sera ordonnée, s'il y a lieu, par un arrêté du préfet, sur le rapport des agents de l'administration forestière et de l'ingénieur des mines, le concessionnaire ayant été entendu, et sauf recours devant le ministre des travaux publics.

Haut-fourneau, à Hautmont. *Ordonnance du 28 juillet 1847, portant que la Société anonyme des forges et fonderies de LA PROVIDENCE (Belgique) est autorisée à établir un haut-fourneau, pour la fusion du minerai de fer, au lieu dit PRÉ-L'ABBÉ, commune d'HAUTMONT (Nord).*

( Extrait. )

*Art. 3.* Les permissionnaires se soumettront aux libres visites des préposés des douanes dans leur établissement, sans l'assistance d'un officier municipal.

Ils seront tenus d'avoir un compte ouvert en douane, dès qu'il aura été reconnu nécessaire de les soumettre à cette formalité.

*Art. 5.* Ils ne pourront faire usage dans leur usine que de combustibles minéraux.

Usines à fer d'Ablon.

*Ordonnance du 28 juillet 1847, portant que le sieur DUPUYNODE est autorisé à maintenir en activité les usines à fer d'ABLON, situées sur le ruisseau d'ABLON, dans les communes de SAINT-GILLES et de CHAZELAY (Indre), et qui se distinguent en forge haute et forge basse.*

La consistance de ces usines est et demeure ainsi fixée :

*Pour la forge haute.*

Un haut-fourneau à fondre le minerai ;  
Un atelier de moulage ;  
Une fenderie ;  
Un bocard ;  
Et les souffleries nécessaires.

*Pour la forge basse.*

Trois feux d'affinerie ;  
Deux marteaux ;  
Et les souffleries nécessaires.

*Ordonnance du 28 juillet 1847, portant que les sieurs RAUX, DEMAUX jeune et compagnie sont autorisés à établir un lavoir à bras, pour la préparation du minerai de fer, au lieu dit AU-DESSOUS DE L'ÉTANG JEAN-AMAND, dans la commune de SIGNY-LE-PETIT (Ardennes).*

Lavoir à bras du Dessous de l'étang Jean-Amand, à Signy-le-Petit.

*Ordonnance du 28 juillet 1847, portant que les sieurs RAUX, DEMAUX jeune et compagnie sont autorisés à établir un lavoir à bras, pour la préparation du minerai de fer, au lieu dit LE PETIT-VIBREUX, dans la commune de SIGNY-LE-PETIT (Ardennes).*

Lavoir à bras du Petit-Vibreux, à Signy-le-Petit.

*Ordonnance du 28 juillet 1847, portant rectification de celle du 20 juin 1842 relative à l'usine à fer de FOUGEROLLES (Haute-Saône).*

Usine à fer de Fougerolles.

( Extrait. )

*Art. 1<sup>er</sup>.* Le chiffre 0<sup>m</sup>,75 est substitué au chiffre 0<sup>m</sup>,45 indiqué au § 3 de l'article 3 (1) de notre ordonnance du 20 juin 1842

(1) Cet article est ainsi conçu :

« Le régime actuel des eaux sera maintenu, et à cet effet le déversoir existant à 278 mètres en amont de l'usine sera tenu constamment en bon état.

» Ce déversoir aura 15 mètres de longueur et continuera d'être formé de pierres brutes, c'est-à-dire qu'il demeurera perméable.

» Son couronnement sera maintenu à la hauteur du déversoir actuel, c'est-à-dire à 0<sup>m</sup>,15 en contre-bas de la surface supérieure du seuil de la porte d'entrée de la cuisine du moulin, laquelle porte a dans œuvre une hauteur de 2 mètres et fait face au bois. »

Ardoisières  
de la Mayenne.

*Rapport à M. le Ministre des travaux publics, en date du 9 août 1847, tendant à appliquer aux carrières d'ardoisiers du département de la MAYENNE le règlement du 7 mai 1840, relatif aux ardoisières d'ILLE-ET-VILAINE.*

Monsieur le ministre,

Le département de la Mayenne renferme un assez grand nombre d'ardoisières, dont l'exploitation a pris en ces derniers temps un certain développement, et qu'il importe de soumettre à des conditions de sûreté, afin de prévenir les accidents.

MM. les ingénieurs des mines et M. le préfet ont proposé d'y appliquer le règlement du 7 mai 1840, relatif aux ardoisières d'Ille-et-Villaine, et qui déjà, par décisions ministérielles du 14 octobre 1844, a été rendu exécutoire pour les carrières de même nature qui existent dans les départements de la Loire-Inférieure et du Morbihan.

L'examen de cette affaire avait été suspendu en raison de diverses questions générales, se rattachant à la législation des carrières, qui se sont élevées à l'occasion d'un projet de révision des règlements de 1813 sur les carrières de la Seine. Mais ce projet se trouvant lui-même ajourné, et les bons résultats des mesures établies par le règlement du 7 mai 1840 étant démontrés par l'expérience, il convient de donner suite aux propositions de MM. les ingénieurs et de M. le préfet de la Mayenne.

Le travail rédigé par les ingénieurs reproduit textuellement les dispositions de ce dernier règlement, sauf quelques changements concernant des dénominations locales et la fixation des distances à observer entre les nouvelles carrières qui seront ouvertes et les anciennes carrières déjà exploitées, distances qui doivent être en rapport avec les circonstances particulières du terrain.

Il est toutefois une autre modification qui me paraît, ainsi qu'au conseil général des mines, devoir être apportée.

Dans le règlement d'Ille-et-Vilaine on s'est référé, pour les mesures à prendre quand une exploitation com-

promet la sûreté publique ou celle des ouvriers, au mode de procéder jusqu'alors en usage, et qui, avec les lenteurs qu'il entraînait, avait en outre l'inconvénient d'être peu efficace.

L'ordonnance royale du 26 mars 1843, rendue pour l'exécution de l'article 50 de la loi du 21 avril 1810, auquel renvoie l'article 82 de la même loi pour les carrières souterraines, a établi des règles plus promptes et plus sûres. C'est aux préfets, aux termes dudit article 50 rappelé dans cette ordonnance, qu'il appartient de pourvoir aux dangers qui se manifestent dans une exploitation.

Il y a lieu de rendre conforme à ces dispositions le règlement destiné à régir les ardoisières de la Mayenne.

J'ai l'honneur, monsieur le ministre, de vous soumettre l'arrêté ci-joint, ayant pour objet d'appliquer à ces ardoisières, avec les modifications ci-dessus indiquées, le règlement du 7 mai 1840.

Veuillez agréer, etc.

Le Sous-Secrétaire d'Etat des travaux publics,

Signé LEGRAND.

*Arrêté du Ministre des travaux publics, du 13 août 1847, relatif à l'exploitation des carrières d'ardoises du département de la MAYENNE.*

Le ministre secrétaire d'Etat des travaux publics;  
Sur le rapport du sous-secrétaire d'Etat,

Vu les propositions des ingénieurs des mines et du préfet du département de la Mayenne, ayant pour objet d'appliquer aux carrières d'ardoises de ce département les dispositions de l'ordonnance royale du 7 mai 1840 portant règlement pour l'exploitation des ardoisières du département d'Ille-et-Vilaine;

L'avis du conseil général des mines, du 9 juillet 1847;

Vu l'ordonnance royale du 7 mai 1840;

Les articles 81 et 82 de la loi du 21 avril 1810;

Arrête ce qui suit :

*Art. 1<sup>er</sup>.* Les carrières d'ardoises exploitées, soit à ciel ouvert, soit par galeries souterraines, dans le département de la Mayenne seront, à compter de la publication, dans ce département, du présent arrêté, soumises aux mesures d'ordre et de police qui sont prescrites ci-après.

### TITRE I<sup>er</sup>.

#### EXERCICE DE LA SURVEILLANCE DE L'ADMINISTRATION SUR L'EXPLOITATION DES ARDOISIÈRES.

*Art. 2.* Tout propriétaire ou entrepreneur qui se proposera, soit de continuer l'exploitation d'une ardoisière en activité, soit de reprendre les travaux d'une ardoisière abandonnée, soit d'en ouvrir une nouvelle, sera tenu d'en faire la déclaration devant le préfet, par l'intermédiaire du sous-préfet de l'arrondissement et du maire de la commune où l'exploitation sera située.

*Art. 3.* Cette déclaration énoncera les nom, prénoms et demeure du propriétaire ou de l'entrepreneur de l'exploitation, avec indication de ses droits de propriété ou de jouissance du sol. Elle énoncera aussi le nombre d'ouvriers que l'exploitant se propose d'employer, avec désignation des différentes fonctions auxquelles ces ouvriers seront appliqués, d'après les usages locaux. Enfin, elle fera connaître, d'une manière précise, le lieu et l'emplacement de l'exploitation, la disposition générale des travaux faits ou à faire, soit à ciel ouvert, soit par voie souterraine, ainsi que les moyens qui seront employés ou projetés pour assurer la solidité de l'ouvrage, pour prévenir les accidents tant au dehors qu'à l'intérieur, pour épuiser les eaux et pour extraire les matières.

A cet effet, la déclaration sera accompagnée d'un plan de la surface du terrain à exploiter, indiquant les édifices, habitations, clôtures murées et chemins qui peuvent exister tant sur ce terrain qu'à la distance de 30 mètres au moins de ces limites, ainsi que l'emplacement des travaux d'exploitation existants ou projetés. Ce plan sera dressé sur une échelle d'un millimètre par mètre. Il devra être visé par le maire de la commune et vérifié par l'ingénieur des mines.

*Art. 4.* Ladite déclaration sera faite par l'entrepreneur, qu'il soit ou non propriétaire du sol :

1<sup>o</sup> Pour toute ardoisière en activité, dans le délai de trois mois, à compter de la publication du présent règlement ;

2<sup>o</sup> Pour toute ardoisière, soit nouvelle, soit abandonnée, un mois avant la mise en activité des travaux projetés.

*Art. 5.* Faute par les propriétaires ou entrepreneurs d'avoir fait, dans les délais prescrits, la déclaration exigée par les articles 2, 3 et 4, le préfet, aussitôt qu'il sera informé de l'existence d'une exploitation non déclarée, en prescrira la visite; après quoi, sur le rapport du maire de la commune où sera située ladite exploitation, et sur l'avis de l'ingénieur des mines, le préfet pourra ordonner que, provisoirement et par mesure de police, les travaux soient suspendus jusqu'à ce que la déclaration prescrite ait été effectuée, sans préjudice des poursuites qui seront dirigées contre les exploitants, pour cause d'infraction audit règlement.

*Art. 6.* Toute société ayant pour objet l'exploitation d'une ardoisière, sera tenue de choisir et de désigner aux préfets un de ses membres, pour correspondre, au nom de ladite société, avec l'autorité administrative.

*Art. 7.* Chaque année, dans le courant de janvier, les exploitants adresseront aux préfets le plan des travaux souterrains exécutés dans le cours de l'année précédente. Ce plan sera dressé sur l'échelle d'un millimètre pour mètre, afin de pouvoir être rattaché au plan général mentionné en l'article 3. Il sera visé par le maire et vérifié, s'il y a lieu, par l'ingénieur des mines.

*Art. 8.* En cas de difficultés qui s'opposeraient à ce que les plans exigés par les articles 3 et 7 fussent produits dans les délais spécifiés, le préfet pourra, sur la demande des exploitants, et après avoir pris l'avis de l'ingénieur des mines, prolonger ces délais.

*Art. 9.* Dans toute ardoisière, la surveillance de police, à l'égard des travaux d'exploitation, sera exercée, sous l'autorité du préfet, par l'ingénieur des mines ou par le garde-mines placé sous ses ordres, et concurremment par le maire ou par tout autre officier de police de la commune, chacun dans l'ordre de ses attributions, et conformément à ce qui est prescrit par la loi sur les mines du 21 avril 1810, articles 47, 48, 50, 81 et 82; par le décret

organique du 18 novembre 1810, article 40; et par le décret sur la police souterraine du 3 janvier 1813, articles 3, 4, 5, 7, 11, 13 et 14.

*Art. 10.* Lorsque, par une cause quelconque, l'exploitation d'une ardoisière compromettra la sûreté publique ou celle des ouvriers, la solidité des travaux, la conservation du sol ou des habitations de la surface, les propriétaires ou exploitants seront tenus d'en donner immédiatement avis à l'ingénieur des mines, ainsi qu'au maire de la commune où l'exploitation sera située.

*Art. 11.* L'ingénieur des mines donnera aux exploitants des instructions sur la conduite de leurs travaux; il informera le préfet de tous désordres, abus, inconvénients ou danger qu'il aurait observés en visitant les carrières, et proposera les moyens d'amélioration ou les mesures de sûreté, d'ordre public, dont il aura reconnu l'utilité ou la nécessité.

*Art. 12.* Le maire informera aussi le préfet de toutes les circonstances qu'il aurait remarquées dans les ardoisières de la commune, et qui seraient de nature à occasionner des accidents.

*Art. 13.* En cas de péril imminent, il prendra, par provision, toutes les mesures qu'il jugera propres à en prévenir les effets.

*Art. 14.* Sur le rapport de l'ingénieur des mines et sur l'avis du maire de la commune, le préfet, après avoir entendu l'exploitant de la carrière, prendra telles mesures qu'il jugera nécessaires, et pourra même prononcer l'interdiction des travaux reconnus dangereux.

Des ampliations de cet arrêté seront adressées au maire de la commune, au sous-préfet de l'arrondissement et à l'ingénieur des mines. Une expédition en sera aussi délivrée à l'exploitant, et sera affichée en un lieu apparent de la carrière.

*Art. 15.* L'exploitant sera tenu de faciliter à l'ingénieur des mines, au maire, ainsi qu'à tout autre fonctionnaire public, désigné par l'administration, les moyens de visiter et de reconnaître les travaux d'exploitation.

*Art. 16.* Il sera personnellement responsable du fait de ses employés ou ouvriers. Ces derniers devront toujours être porteurs de livrets, conformément à l'article 12 de la loi du 22 germinal an XI (12 avril 1803).

*Art. 17.* Nul exploitant ne pourra abandonner, combler ou faire écrouler une ardoisière, sans en avoir fait la déclaration au préfet, un mois au moins à l'avance. Le préfet, après avoir fait connaître l'état des lieux, prescrira ce qu'il appartiendra dans l'intérêt de la sûreté publique.

*Art. 18.* En outre des prescriptions contenues dans les articles 2, 3, 4, l'ouverture ou la reprise, par un entrepreneur, des travaux d'une ardoisière appartenant à une commune, sera soumise aux formalités que comporte l'administration des biens communaux.

## TITRE II.

### RÈGLES SPÉCIALES SUR L'EXPLOITATION.

*Art. 19.* Les carrières d'ardoises pourront, à raison des circonstances de leur gisement, être exploitées, soit à ciel ouvert, soit par galeries souterraines.

*Art. 20.* Dans toute ardoisière exploitée à ciel ouvert, le rocher sera coupé par banquettes disposées en gradins, parallèlement à la direction des bancs d'ardoises, et avec talus suffisants pour prévenir tout éboulement.

Cette disposition ne concerne pas les carrières en activité dans lesquelles la solidité du rocher aura été constatée, et dont les parois taillées à pic et sans gradins ne compromettront ni la conservation des hommes ni la stabilité des constructions existantes à la surface du sol: mais, dans le cas où ce mode d'exploitation présenterait quelque danger, les propriétaires ou exploitants seront tenus d'enlever, à leurs frais, les parties supérieures des parois et de les disposer en banquettes, ainsi qu'il est dit ci-dessus.

*Art. 21.* La faculté d'exploiter les ardoises sans couper le rocher par banquettes, pourra être accordée par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines du département, à tout propriétaire de nouvelles carrières qui en fera la demande; mais cette autorisation cessera d'avoir son effet du moment où il sera reconnu que les parois de la carrière ne présentent pas une solidité suffisante.

Dans ce cas, le propriétaire ou entrepreneur sera tenu, s'il n'aime mieux renoncer à l'exploitation, d'exécuter

sur-le-champ, à ses frais, les travaux reconnus nécessaires pour faire disparaître les causes du danger. Ces travaux seront déterminés par le préfet conformément à ce que prescrit l'article 14.

*Art. 22.* L'entrepreneur sera tenu d'informer le préfet, lorsque l'exploitation aura lieu par puits et galeries souterraines, des changements que, dans le cours de ses travaux, il lui paraîtrait utile d'apporter au système d'exploitation jusqu'alors suivi.

*Art. 23.* De quelque manière que l'exploitation s'effectue, les échelles servant à la descente des ouvriers, les charpentes et machines de toute espèce, seront établies de manière que la sûreté des hommes et la solidité des travaux et des habitations de la surface ne puissent être compromises.

*Art. 24.* Toute carrière d'ardoises qui présentera des escarpements dangereux, devra être entourée d'un mur d'un mètre et demi de hauteur ou d'un fossé ayant une ouverture égale à cette hauteur.

S'il existe des terres au-dessus de la masse en exploitation, elles seront coupées en retraite par banquettes, et la pente à donner aux talus sera déterminée par le préfet, selon ce qui est spécifié en l'article 14.

Les dispositions de ces deux paragraphes s'appliquent aux carrières qui ne sont plus en exploitation, et dont les abords présentent des escarpements dangereux.

*Art. 25.* L'exploitation des ardoisières à ciel ouvert ne pourra être poursuivie que jusqu'à la distance de 10 mètres des bords des chemins à voitures, des édifices et constructions quelconques.

Les exploitations par puits et galeries souterraines s'arrêteront à la distance du sous-sol des routes et chemins, qui sera déterminée par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, d'après la profondeur des travaux et la nature du terrain.

Lorsque les travaux devront s'étendre des deux côtés d'une route et d'un chemin, il pourra être établi des galeries de communication dans le sous-sol, suivant une direction que le préfet déterminera, sur le rapport de l'ingénieur des mines.

Outre la distance de 10 mètres pour les exploitations à ciel ouvert, il sera laissé 1 mètre pour mètre de l'épais-

seur des terres recouvrant la masse exploitée aux abords des chemins et habitations.

*Art. 26.* La distance à observer aux approches des sentiers et des terrains libres sera déterminée par le préfet, dans les formes prescrites par l'article 14, d'après la nature et l'épaisseur des terres de recouvrement.

*Art. 27.* Le préfet déterminera aussi, sur le rapport de l'ingénieur des mines, la distance qui devra séparer les nouvelles carrières des carrières déjà en exploitation ou des carrières abandonnées.

### TITRE III.

#### DES CONTRAVENTIONS.

*Art. 28.* Les contraventions aux dispositions ci-dessus prescrites, qui seraient commises par les exploitants d'ardoisières, soit à ciel ouvert, soit par galeries souterraines, et d'où résulteraient des détériorations quelconques aux voies de communication, ainsi que toutes les contraventions commises par les exploitants d'ardoisières souterraines qui auraient pour effet, soit de porter atteinte à la solidité desdites carrières, soit de compromettre la sûreté publique, la sûreté des ouvriers et celle des habitations de la surface, seront constatées et poursuivies conformément à ce qui est prescrit par les articles 50 et 82 de la loi sur les mines, minières et carrières, du 21 avril 1810; par les articles 30 et 31 du règlement général sur les carrières, du 20 mars 1813; ainsi que par la loi du 29 floréal an X, et par le décret du 16 décembre 1811 sur la grande voirie.

Les procès-verbaux constatant lesdites contraventions seront rédigés par l'ingénieur des mines ou par le garde-mines, et concurremment par les autres fonctionnaires publics désignés en l'article 2 de la loi précitée du 29 floréal an X.

Ces procès-verbaux seront affirmés devant le maire ou l'adjoint du maire du lieu de la carrière, et transmis au sous-préfet de l'arrondissement, lequel ordonnera, par provision, ce que de droit.

Il sera statué par le conseil de préfecture, tant sur les oppositions qui auraient été formées par les délinquants, que sur les amendes encourues par eux.

*Art. 29.* Toutes les autres contraventions au présent règlement seront dénoncées et constatées comme en matière de voirie et de police

Les procès-verbaux contre les contrevenants seront dressés par l'ingénieur des mines ou par le garde-mines, et concurremment par le maire ou par tout autre officier de police judiciaire, selon ce qui est prescrit tant par l'article 93 de la loi du 21 avril 1810, que par les articles 11 à 21 du Code d'instruction criminelle.

*Art. 30.* Seront, lesdits procès-verbaux, dressés sur papier libre, visés pour timbre, enregistrés en débet et affirmés dans le délai de vingt-quatre heures.

L'affirmation sera reçue, soit par le juge de paix du canton, soit par un de ses suppléants, soit enfin par le maire ou par l'adjoint du maire de la commune où la contravention aura été commise; le tout conformément à ce qui est prescrit par l'article 11 de la loi du 28 floréal an X sur la justice de paix.

Les procès-verbaux seront transmis en originaux au procureur du roi près le tribunal de police correctionnelle de l'arrondissement, lequel poursuivra d'office les contrevenants, conformément à l'article 95 de la loi du 21 avril 1810, et requerra contre eux l'application des peines encourues, sans préjudice des dommages-intérêts qui pourront être réclamés par les parties lésées.

Copies de ces procès-verbaux seront transmises au préfet.

*Art. 31.* Le présent arrêté sera inséré au recueil des actes administratifs du département.

Il sera publié à la diligence du préfet et par les soins des maires, dans les communes où il existe des exploitations d'ardoises.

Il sera, en outre, donné par les maires une connaissance spéciale aux entrepreneurs de ces exploitations.

Des expéditions en seront adressées aux sous-préfets et aux ingénieurs des mines, pour qu'ils en assurent l'exécution, chacun en ce qui le concerne.

Signé H. JAYR.

*Ordonnance du 20 août 1847, portant annulation de deux arrêtés du conseil de préfecture des Basses-Pyrénées, lesquels ont maintenu le fermier des concessionnaires des sources et puits d'eau salée de Salies à la patente qui lui a été assignée en 1845 et 1846, en qualité de raffineur de sel.*

Patente.

Louis-Philippe, etc.

Sur le rapport du comité du contentieux,

Vu les requêtes sommaire et ampliative à nous présentées au nom du sieur Moreau, fermier des concessionnaires des sources et puits d'eau salée de Salies (Basses-Pyrénées), lesdites requêtes enregistrées au secrétariat général de notre conseil d'État, les 28 mars et 4 juin 1846, et tendant à ce qu'il nous plaise annuler un arrêté, en date du 31 décembre 1845, par lequel le conseil de préfecture des Basses-Pyrénées l'a maintenu en 1845, dans la commune de Salies, à la patente qui lui a été assignée, en qualité de raffineur de sel;

Vu une troisième requête à nous présentée au nom dudit sieur Moreau, ladite requête enregistrée comme dessus, le 24 mars 1847, et tendant à l'annulation d'un second arrêté, en date du 21 décembre 1846, par lequel le susdit conseil de préfecture l'a maintenu en 1846, dans la commune de Salies, à la patente de raffineur de sel;

Vu les avis du maire et des agents des contributions directes;

Vu les arrêtés attaqués;

Vu les observations de notre ministre des finances en réponse à la communication qui lui a été donnée des recours susvisés; lesdites observations enregistrées comme dessus les 10 octobre 1846 et 17 juillet 1847, et concluant à l'admission des deux pourvois;

Ensemble toutes les pièces jointes au dossier;

Vu les lois des 17 juin 1840 et 25 avril 1844;

Où M<sup>e</sup> Moreau, avocat du requérant;

Où M. Cornudet, maître des requêtes, commissaire du roi;

Considérant que les pourvois susvisés sont connexes et qu'il y a lieu de les joindre pour y statuer par une seule et même ordonnance;

Considérant que la loi du 17 juin 1840 a soumis les exploitations de sources ou puits d'eau salée au régime des mines; qu'en conséquence elles doivent jouir de l'exemption accordée par le § 4 de l'article 13 de la loi du 25 avril 1844, aux concessionnaires de mines pour le fait de l'extraction et de la vente des matières par eux extraites;

Considérant qu'il résulte de l'instruction que le requérant, fermier des concessionnaires de sources et puits d'eau salée situés dans la commune de Salies, se bornait en 1845 et 1846 à l'exploitation desdites sources et puits; que dès lors c'est à tort que le conseil de préfecture des Basses-Pyrénées l'a maintenu, pour les susdites années, au rôle des patentes de la commune de Salies, en qualité de raffineur de sel;

Notre conseil d'Etat entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

*Art. 1<sup>er</sup>.* Les arrêtés du conseil de préfecture des Basses-Pyrénées, en date des 31 décembre 1845 et 21 décembre 1846, sont annulés.

*Art. 2.* Il est accordé décharge au sieur Moreau des droits fixe et proportionnel de patente auxquels il a été soumis dans la commune de Salies, pour les exercices 1845 et 1846, en qualité de raffineur de sel.

*Art. 3.* Notre garde des sceaux, ministre de la justice et des cultes, et notre ministre des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Sources  
d'eaux salées,  
à Briscous.

*Ordonnance du 20 août 1847, portant annulation d'un arrêté du conseil de préfecture des BASSES-PYRÉNÉES, qui a maintenu, pour 1845, au rôle des patentes de la commune de BRISCOUS, divers concessionnaires de sources d'eaux salées, sous la qualification de fabricants et de raffineurs de sel.*

Louis-Philippe, etc.,

Sur le rapport du comité du contentieux,

Vu les requêtes à nous présentées par les sieurs Boi-

sot et compagnie, Louberie, Fraser, Dehinx et Liège, Detroyat et compagnie, lesdites requêtes tendant à l'annulation d'un arrêté du conseil de préfecture des Basses-Pyrénées, en date du 14 novembre 1845, lequel les a maintenus, pour la même année, au rôle des patentes de la commune de Briscous, sous la qualification de fabricants et de raffineurs de sel;

Vu la loi du 17 juin 1840;

Vu la loi du 25 avril 1844;

Vu le règlement du 22 juillet 1806;

Considérant que les pourvois ci-dessus visés sont connexes, et qu'il y a lieu de les joindre pour y être statué par une seule et même ordonnance;

*Au fond,* considérant que la loi du 17 juin 1840 a soumis les exploitations de sources d'eaux salées au régime des mines; qu'en conséquence elles doivent jouir de l'exemption accordée par le quatrième paragraphe de l'article 13 de la loi du 25 avril 1844, aux concessionnaires de mines pour le fait de l'extraction et de la vente des matières par eux extraites;

Considérant qu'il résulte de l'instruction que les requérants, concessionnaires de sources d'eaux salées dans la commune de Briscous, se bornaient, en 1845, à l'exploitation desdites sources; que, dès lors, c'est à tort que le conseil de préfecture des Basses-Pyrénées les a maintenus, pour ladite année, au rôle de la commune de Briscous, en qualité de fabricants et de raffineurs de sel;

Notre conseil d'Etat entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

*Art. 1<sup>er</sup>.* L'arrêté du conseil de préfecture des Basses-Pyrénées, du 14 novembre 1845, est annulé. En conséquence, décharge est accordée aux sieurs Boisot et compagnie, Louberie, Fraser, Dehinx et Liège, Detroyat et compagnie, des taxes auxquelles ils ont été imposés sur le rôle des patentes de la commune de Briscous.

*Art. 2.* Notre garde des sceaux, ministre de la justice et des cultes, et notre ministre des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Schistes bitumineux de la Comaille.

*Ordonnance du 31 août 1847, portant qu'il est fait concession aux sieurs Claude BRUNET et Charles-Victor-Thibaut DUVERNAY, des mines de schistes bitumineux situées dans les communes de TAVERNAY et d'AUTUN, arrondissement d'AUTUN (Saône-et-Loire).*

(Extrait.)

*Art. 2.* Cette concession, qui prendra le nom de *concession de la Comaille*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

*A l'Ouest*, par deux lignes droites, dont la première partant du point C, angle Sud-Est du bâtiment de la Croix Jean Naudin, aboutit au point D, angle Sud du bâtiment du Ruet; et la deuxième, partant de ce point D, aboutit au point E, angle Sud-Ouest du Bois-Brûlé;

*Au Sud*, par deux lignes droites, dont la première, partant du point précédent E, aboutit au point F, angle Sud-Est du même bois; et la deuxième, partant du point F, passe par l'angle Nord que fait le chemin des Boileaux dans sa rencontre avec la route n° 78 de Nevers à Saint-Laurent, et se termine au point G sur la limite occidentale de la concession des schistes bitumineux de Millery, laquelle limite se dirige du colombier des Champs à l'angle Sud-Ouest du bâtiment du pré Charmoy, point A du plan;

*A l'Est*, par deux lignes droites, la première partant du point G et aboutissant au point A ci-dessus désigné; la deuxième partant de ce point A et dirigée suivant la limite occidentale de la concession de Chambois, c'est-à-dire vers le clocher de Tavernay, mais arrêtée au point B, lequel est formé par l'intersection de ladite limite avec la droite CB partant du point C ci-dessus défini, et passant par l'angle Ouest de la rencontre du chemin de la Comaille à Tavernay avec le ruisseau de Ternain;

*Au Nord*, par une ligne droite partant du point B, et aboutissant en C, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 2 kilomètres carrés 75 heclares.

*Art. 4.* Les droits attribués aux propriétaires de la sur-

face, par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, sont réglés : 1° à une rente annuelle de 10 centimes par hectare pour les propriétaires de tous les terrains compris dans la concession; 2° à une redevance au profit des propriétaires dans les terrains desquels l'extraction aura lieu, laquelle redevance est fixée au vingtième de la valeur des minerais extraits, prêts à être vendus ou distillés, quand l'exploitation se fera à ciel ouvert, ou au quarantième de la valeur desdits minerais, lorsque l'exploitation se fera par travaux souterrains. Cette redevance sera acquittée en argent par les concessionnaires, et l'évaluation en sera faite à l'amiable ou à dire d'experts.

Ces dispositions seront applicables nonobstant les stipulations contraires qui pourraient résulter de conventions antérieures entre les concessionnaires et les propriétaires de la surface.

*Ordonnance du 31 août 1847, portant que le sieur Théodose VERGNIES est autorisé à maintenir en activité, au lieu dit LARAMADE, sur une dérivation de la rivière de SÉGUR, communes d'ILLIER et LARAMADE (Ariège), une forge catalane à un feu, avec les machines soufflantes et de compression nécessaires à la fabrication du fer.*

*Ordonnance du 1<sup>er</sup> septembre 1847, sur l'organisation de l'administration civile en Algérie.*

(Extrait.)

*Art. 1<sup>er</sup>.* Les directions de l'intérieur et de la colonisation, des travaux publics, et des finances et du commerce, établies en Algérie par nos ordonnances du 15 avril 1845 et du 22 avril 1846, sont supprimées.

*Art. 2.* Il est établi, dans chacune des trois provinces d'Alger, d'Oran et de Constantine, une direction des affaires civiles.

Les directeurs des affaires civiles auront sous leurs

Tome XII, 1847.

46

Administration civile de l'Algérie.

Travaux publics, etc.

ordres tous les chefs des différents services civils et financiers, et exerceront, dans leur province, toutes les attributions antérieurement déferées par nos ordonnances aux trois directeurs de l'intérieur et de la colonisation, des travaux publics, et des finances et du commerce.

*Art. 4.* Il y aura dans chaque province un conseil de direction, qui se réunira sous la présidence du directeur des affaires civiles.

Les conseils de direction connaîtront, sauf les exceptions qui résulteront de la législation spéciale de l'Algérie, des matières qui sont déferées en France, aux conseils de préfecture, dans la limite de la compétence de ces conseils.

Concessions de mines, sources d'eau salée en Algérie.

*Ordonnance du 1<sup>er</sup> septembre 1847, relative aux concessions en Algérie.*

(Extrait.)

*Art. 5.* Les concessions de forêts, de mines, de sources d'eau salée et de dessèchement des marais, seront toujours accordées par nous, sur le rapport de notre ministre de la guerre, notre conseil d'Etat entendu.

Usine à fer de la Capelette, commune de Marseille.

*Ordonnance du 9 septembre 1847, portant que le sieur ARMAND est autorisé à établir une usine pour la fabrication du fer et de la tôle au quartier de LA CAPELETTE, territoire de MARSEILLE (Bouches-du-Rhône).*

Cette usine comprendra :

- 1<sup>o</sup> Deux fours à puddler ;
- 2<sup>o</sup> Deux fours de chaufferie ;
- 3<sup>o</sup> Deux fours à riblons ;

4<sup>o</sup> Et les machines de compression, d'étrépage et autres, nécessaires au travail de l'établissement.

(Extrait.)

*Art. 3.* Le concessionnaire ne devra faire usage dans son usine que de combustibles minéraux.

*Ordonnance du 9 septembre 1847, portant que les Hauts-fourneaux, sieurs PINART frères sont autorisés à ajouter deux à Marquise. hauts-fourneaux, pour la fusion du minerai de fer, à l'usine à fer qu'ils possèdent dans la commune de Marquise (Pas-de-Calais).*

(Extrait.)

*Art. 3.* Les concessionnaires ne devront faire usage dans leur usine que de combustibles minéraux.

*Ordonnance du 13 octobre 1847, qui accepte la renonciation de la société des mines de houille de SAINT-HIPPOLYTE et RODEREN (Haut-Rhin) à la concession desdites mines. Mines de houille de St-Hippolyte et Roderen.*

(Extrait.)

*Art. 2.* Dans le délai de trois mois à dater du jour de la notification de la présente ordonnance, la compagnie devra, dans l'intérêt de la sûreté publique, fermer le puits de recherches de la forêt de Muhlthal, la galerie d'entrée de la mine de Muhlthal, les puits d'aérage établis sur cette galerie et les deux galeries d'entrée et d'écoulement des eaux de la mine de Roderen.

Elle devra en outre placer des repères à chacune de ces ouvertures, afin de faciliter l'intelligence du plan des travaux qu'elle a fourni et des documents conservés sur lesdites mines.

Dans le cas où elle ne se conformerait pas à ces dispositions, il y serait pourvu d'office, et à ses frais, selon ce qui est prescrit par les articles 4 et 5 de l'ordonnance royale dn 26 mars 1843.

Usine à fer de Pont-sur-Saulx, commune de Robert-Espagne.

*Ordonnance du 14 octobre 1847, portant que le sieur ROUSSEL est autorisé à ajouter un second haut-fourneau et un four à puddler à son usine à fer de PONT-SUR-SAULX, commune de ROBERT-ESPAGNE (Meuse).*

La consistance de ladite usine est et demeure en conséquence fixée ainsi qu'il suit, savoir :

- 1° Deux hauts-fourneaux au charbon de bois ;
- 2° Deux feux d'affinerie ;
- 3° Un four à puddler ;
- 4° Un bocard à mines ;
- 5° Deux patouillets ;
- 6° Et les machines soufflantes et de compression nécessaires au roulement de l'usine.

Carrières du département du Loiret.

*Rapport à M. le Ministre des travaux publics, du 30 octobre 1847, tendant à appliquer aux carrières du département du LOIRET les règlements des 22 mars et 4 juillet 1813 et 21 octobre 1814, relatifs aux exploitations des départements de la SEINE et de SEINE-ET-OISE.*

Monsieur le ministre,

M. le préfet du Loiret a proposé, conformément à l'avis de M. l'ingénieur en chef des mines, d'appliquer aux carrières de ce département les règlements des 22 mars et 4 juillet 1813 et 21 octobre 1814, concernant l'exploitation, dans les départements de la Seine et de Seine-et-Oise, des carrières, plâtrières, glaisières, sablonnières, marnières et crayères.

Ces propositions sont motivées sur le développement qu'ont pris en ces derniers temps ces exploitations dans le département du Loiret, et sur la nécessité de les soumettre à des dispositions réglementaires, afin de prévenir les accidents.

Je pense ainsi que le conseil général des mines qu'il convient de faire cette application. Elle peut avoir lieu en vertu d'une décision ministérielle, aux termes des dé-

crets en question et de l'ordonnance de 1814, qui ont prévu les cas où il serait reconnu utile d'introduire dans d'autres localités les dispositions établies dans les départements de la Seine et de Seine-et-Oise.

M. l'ingénieur en chef avait en outre proposé d'assujettir les exploitants de carrières à ciel ouvert à la formalité d'une déclaration préalable, afin d'assurer l'exercice de la surveillance, et de suppléer ainsi aux lacunes qu'ont laissées à cet égard les règlements de 1813 et de 1814. Mais, comme l'observe le conseil général des mines, cela devra faire la matière d'un règlement spécial, analogue à celui qui a été présenté par M. le préfet de Seine-et-Marne, et dont j'ai l'honneur de vous proposer l'adoption par un rapport de ce jour. Des instructions seront transmises à M. le préfet du Loiret pour la préparation de ce règlement, qui complètera l'ensemble des mesures nécessaires aux intérêts de la sûreté publique.

Quant aux dispositions déjà prescrites par les règlements de 1813 et de 1814, elles remédieront aux principaux dangers que présentent en ce moment les diverses exploitations de carrières dans ce département, et j'ai l'honneur de vous proposer, monsieur le ministre, le projet de décision ci-joint, ayant pour objet d'y appliquer lesdits règlements.

Veillez agréer, etc.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

*Arrêté du Ministre des travaux publics, du 31 octobre 1847, relatif à l'exploitation des carrières du département du LOIRET.*

Le ministre secrétaire d'État des travaux publics,  
Sur le rapport du sous-secrétaire d'État,

Vu les propositions présentées par M. le préfet du Loiret, tendantes à appliquer à ce département les dispositions des règlements approuvés par les décrets des 22 mars et 4 juillet 1813, et par l'ordonnance royale du 21 octobre 1814, concernant l'exploitation des carrières, plâtrières, glaisières, sablonnières, marnières et crayères, dans les départements de la Seine et de Seine-et-Oise ;

Vu le rapport de l'ingénieur en chef des mines ;  
L'avis du conseil général des mines, du 20 août 1847 ;  
Vu lesdits décrets et ordonnance, portant que ces règlements pourront être rendus applicables à d'autres départements, sur la demande des préfets ;

Arrête ce qui suit :

*Art. 1<sup>er</sup>.* Les dispositions des règlements approuvés par les décrets des 22 mars et 4 juillet 1813 et par l'ordonnance royale du 21 octobre 1814, pour l'exploitation, dans les départements de la Seine et de Seine-et-Oise, des carrières, plâtrières, glaisières, sablonnières, marnières et crayères, sont appliquées au département du Loiret, et y recevront en conséquence leur entière exécution.

*Art. 2.* Conformément à l'article 3 des décrets sus-mentionnés, les fonctions attribuées dans les règlements à l'inspecteur général des carrières de la Seine seront remplies, dans le département du Loiret, par l'ingénieur en chef des mines de ce département.

Signé H. JAYR.

Carrières à ciel ouvert du département de Seine-et-Marne.

*Rapport à M. le Ministre des travaux publics, du 30 octobre 1847, tendant à prescrire des dispositions réglementaires pour l'exploitation des carrières à ciel ouvert du département de SEINE-ET-MARNE.*

Monsieur le ministre,

Une décision du ministre de l'intérieur, du 5 avril 1822, a appliqué au département de Seine-et-Marne les dispositions du règlement général et du règlement spécial, du 22 mars 1813, relatifs aux carrières de la Seine et de Seine-et-Oise.

Le premier de ces règlements concerne exclusivement les carrières exploitées par travaux souterrains.

Le second n'a pour objet que les carrières de pierre à plâtre.

Depuis la décision précitée, les exploitations de carrières à ciel ouvert ont pris aussi une assez grande exten-

sion dans le département de Seine-et-Marne, et j'ai invité M. le préfet à examiner s'il n'y aurait pas lieu de les soumettre également à des dispositions réglementaires.

Ce magistrat a proposé un projet de règlement, rédigé par l'ingénieur en chef des mines, et qui, sauf quelques modifications, me paraît, ainsi qu'au conseil général des mines, pouvoir être adopté.

Il exige que tout propriétaire ou entrepreneur qui voudra continuer l'exploitation d'une carrière à ciel ouvert, ou en ouvrir une nouvelle, en fasse la déclaration.

Il prescrit de couper les terres en retraite, par banquettes, et de laisser un massif intact de 10 mètres, aux abords des chemins à voiture, des habitations ou constructions quelconques.

Enfin il interdit d'employer, dans le tirage des roches, des épinglettes en fer, qui devront être remplacées par des épinglettes en cuivre ou des fusées de sûreté.

Toutes ces conditions sont nécessaires pour garantir la surveillance, prévenir les éboulements, éviter les accidents.

Mais elles ont besoin d'être complétées par quelques autres dispositions.

Dans l'article qui est relatif aux distances à observer aux abords des chemins, édifices et constructions, il est indispensable d'ajouter, conformément à ce qui a été prescrit dans tous les règlements de cette nature, qu'outre une distance de 10 mètres, il sera laissé un mètre par mètre d'épaisseur des terres de recouvrement.

Il importe aussi de rappeler que, d'après les lois et règlements de la matière, l'exploitation des carrières à ciel ouvert est soumise, sous l'autorité du préfet, à la surveillance des ingénieurs des mines, et, concurremment, à celle des maires et autres officiers municipaux, chacun dans l'ordre de ses attributions.

Une sanction pénale, enfin, est nécessaire pour la répression des contraventions.

Les décrets de 1813 n'ont point déterminé de juridiction ni de pénalité relativement aux exploitations à ciel ouvert.

Il convient de leur appliquer les dispositions du titre X de la loi du 21 avril 1810.

L'article 81 de cette loi porte que l'exploitation des carrières à ciel ouvert a lieu avec l'observation des lois et règlements généraux ou locaux.

Et le titre X de ladite loi est la sanction des diverses dispositions qu'elle renferme. Il s'applique à toutes les masses de substances minérales que régit la loi de 1810, aux minières, aux carrières. On doit par conséquent s'y référer là où, soit une loi spéciale, soit un décret ayant force de loi, n'ont pas fixé une juridiction et une pénalité particulières. Le conseil des mines rappelle que c'est l'opinion qui a été exprimée par la commission qui a été chargée de la révision des anciens règlements sur les carrières, et cette opinion me paraît en effet entièrement conforme au droit de la matière.

Ainsi complété, le projet de règlement présenté par M. le préfet de Seine-et-Marne garantira tous les intérêts.

J'ai l'honneur, monsieur le ministre, de vous proposer de l'approuver, et de prendre en conséquence l'arrêté ci-joint.

Veuillez agréer, etc.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

*Arrêté du Ministre des travaux publics, du 31 octobre 1847, relatif à l'exploitation des carrières à ciel ouvert du département de SEINE-ET-MARNE.*

Le ministre secrétaire d'État des travaux publics ;  
Sur le rapport du sous-secrétaire d'État,

Vu le projet de règlement proposé par l'ingénieur en chef des mines et le préfet du département de Seine-et-Marne, pour les exploitations des carrières à ciel ouvert dans ce département ;

L'avis du conseil général des mines, du 20 août 1847 ;

Vu la loi du 21 avril 1810 ;

Arrête ce qui suit :

Art. 1<sup>er</sup>. Tout propriétaire ou entrepreneur qui voudra

continuer l'exploitation d'une carrière à ciel ouvert, ou en ouvrir une nouvelle, est tenu d'en faire la déclaration au maire de la commune où elle est située.

Art. 2. La déclaration énoncera les nom, prénoms, demeure du propriétaire ou de l'entrepreneur de la carrière. Elle en fera connaître la situation ; elle indiquera l'étendue du terrain à exploiter ; la nature et l'épaisseur de la masse à extraire, celle des terres qui la recouvrent.

Art. 3. Le maire, par l'intermédiaire du sous-préfet, transmettra au préfet les déclarations reçues, en y joignant ses observations.

Art. 4. L'exploitation ne pourra être poussée qu'à la distance de 10 mètres des deux côtés des chemins, édifices et constructions quelconques.

Art. 5. Il sera laissé, outre la distance de 10 mètres prescrite par l'article précédent, 1 mètre par mètre d'épaisseur des terres au-dessus de la masse exploitée, aux abords desdits chemins, édifices et constructions.

Art. 6. Les terres devront être coupées en retraite, par banquettes, de manière à prévenir tout éboulement sur les ouvriers qui travaillent dans la carrière.

Art. 7. Dans le tirage à la poudre, l'emploi de l'épinglette de fer est interdit. On pourra employer, soit une épinglette en cuivre, soit des fusées de sûreté.

Art. 8. En cas d'accident qui aura occasionné la mort ou des blessures graves à une ou plusieurs personnes, l'exploitant devra en donner immédiatement avis au maire de la commune. Un procès-verbal sera dressé et transmis sans retard au procureur du roi ; une copie en sera adressée au préfet.

Art. 9. Si l'accident est dû à un défaut de prudence, de précaution dans l'exploitation, l'entrepreneur de la carrière sera poursuivi par application des articles 319 et 320 du Code pénal, indépendamment des poursuites en dommages et intérêts qui pourront être exercées contre lui par qui de droit.

Art. 10. Les carrières exploitées à ciel ouvert seront surveillées, sous l'autorité du préfet, par les ingénieurs des mines, et, concurremment, par les maires et autres officiers municipaux, chacun dans l'ordre de ses attributions.

*Art. 11.* Toutes les contraventions au présent règlement seront dénoncées et constatées, comme en matière de voirie et de police, ainsi qu'il est prescrit au titre X de la loi du 21 avril 1810.

*Signé* H. JAYR.

Usine à fer, à Bessèges, commune de Robiac.

*Ordonnance du 17 novembre 1847, portant que les sieurs WILMAR et compagnie sont autorisés à établir à BESSÈGES, commune de ROBIAC (Gard), une usine à fer à la houille, composée :*

- 1° *De dix-sept fours à puddler ;*
- 2° *De dix fours à réchauffer ;*
- 3° *Des machines de compression et d'étirage nécessaires au roulement de l'établissement.*

( Extrait. )

*Art. 3.* Les permissionnaires ne devront employer dans ladite usine que des combustibles minéraux.

Usine à fer du Cbantay.

*Ordonnance du 17 novembre 1847, portant que les sieur DUPIN et RAVENAZ sont autorisés à maintenir en activité l'usine à fer du CHANTAY, qu'ils possèdent sur l'étang du RÉAU, dans la commune du CHANTAY (Cher).*

Cette usine est et demeure composée :

- 1° *D'un haut-fourneau ;*
- 2° *D'un lavoir à bras ;*
- 3° *Des machines soufflantes et des accessoires nécessaires au roulement de l'usine.*

Hauts-fourneaux, à Saint-Quentin.

*Ordonnance du 17 novembre 1847, portant que le sieur FRÈREJEAN est autorisé à établir, pour le traitement du minerai de fer, deux hauts-fourneaux dans la commune de SAINT-QUENTIN, arrondissement de VIENNE (Isère).*

( Extrait. )

*Art. 4.* Il (le permissionnaire) ne pourra consommer dans son usine que des combustibles minéraux.

*Ordonnance du 20 novembre 1847, portant que les sieurs POURILLIER fils et compagnie sont autorisés à maintenir en activité cinq lavoirs à bras, servant à la préparation du minerai de fer, et qui sont établis sur le ruisseau de la CADRETTE, près et en amont de l'ancien moulin MACHELET, commune de REMILLY-SUR-MEUSE (Ardennes).*

Lavoirs à bras, à Remilly-sur-Meuse.

*Ordonnance du 20 novembre 1847, portant que le sieur GAILLY est autorisé à maintenir en activité un lavoir à bras pour la préparation du minerai de fer, situé près de l'usine à fer d'OLIZY-SUR-CHIERS, commune de ce nom (Meuse).*

Lavoir à bras, à Olizy-sur-Chiers.

*Ordonnance du 20 novembre 1847, portant que le sieur LALLEMAND-MARÉCHAL est autorisé à maintenir en activité, pour la préparation du minerai de fer, un lavoir à bras alimenté par les eaux du ruisseau de la FONTAINE AU CRON, commune de NOUART (Ardennes).*

Lavoir à bras, commune de Nouart.

*Ordonnance du 20 novembre 1847, portant que le sieur CARION-DELMOTTE est autorisé à maintenir en activité l'usine à fer qu'il possède à ANZIN (Nord), ladite usine comprenant :*

Usine à fer à Anzin.

- 1° *Un four à réverbère pour le traitement des riblons ;*
- 2° *Deux foyers de chaufferie pour le chauffage du fer en massiaux ;*

3° *Les machines de compression et d'étirage nécessaires à la fabrication du fer.*

(Extrait.)

Art. 3. Le permissionnaire ne devra faire usage dans son usine que de combustibles minéraux.

Patouillet, à Vy-les-Rupt. *Ordonnance du 20 novembre 1847, portant modification, en ce qui concerne le régime des eaux, de l'ordonnance du 20 décembre 1839, qui a autorisé les sieurs DUBOST frères à établir un patouillet pour le lavage du minerai de fer dans la commune de VY-LES-RUPT (Haute-Saône).*

## CIRCULAIRES

*Adressées à MM. les Préfets et à MM. les Ingénieurs des mines.*

A. M. le Préfet d

Paris, le 20 juillet 1847.

Monsieur le préfet, par la circulaire du 16 mars 1846, j'ai appelé votre attention sur la nécessité de tenir la main à l'exécution des prescriptions de l'ordonnance royale du 22 mai 1843, relatives aux appareils manométriques dont les chaudières des machines locomotives doivent être munies.

Machines locomotives.  
—  
Appareils manométriques.

Quelques difficultés qui s'étaient présentées, dans l'origine, pour l'emploi de ces instruments avaient pu porter à user d'une certaine tolérance. Ces délais n'auraient plus de motifs, aujourd'hui qu'il existe plusieurs espèces de manomètres qui peuvent satisfaire aux conditions requises, quand on prend les précautions convenables pour les entretenir en bon état.

Déjà divers détails à ce sujet ont été donnés dans le rapport annexé à la circulaire précitée. Il m'a paru qu'il pourrait être utile de les compléter par une instruction pratique sur la construction et l'entretien des manomètres, en ce qui concerne spécialement leur application aux chaudières de locomotives.

M. Regnault, de l'Académie des sciences, a rédigé cette instruction, qui a été adoptée par la commission centrale des machines à vapeur, dont il fait également partie. Je vous la transmets avec la présente circulaire. Elle est imprimée ci-après.

Elle contient notamment la description d'un manomètre à air comprimé et à cuvette mobile, construit par M. Regnault, et qui a été soumis à des essais par les soins de la commission; il est d'une construction simple, facile

à installer et à garantir contre toute avarie, et il pourra, au besoin, être réparé très-aisément.

Je rappellerai ici que l'administration n'impose aucunement l'obligation d'adopter de préférence tel ou tel système; mais elle doit exiger que chaque locomotive soit munie d'un appareil manométrique bien construit, et d'une précision suffisante.

Les instruments manométriques sont d'autant plus indispensables sur les chaudières de locomotives, que les soupapes pressées par des ressorts ne limitent pas d'une manière assez précise la tension de la vapeur. Ils peuvent servir de guide au mécanicien dans un grand nombre de circonstances, pour le chargement du combustible, l'ouverture des portes du foyer, etc.; ils préviendront des accidents qui pourraient avoir des effets désastreux.

L'instruction ci-jointe renferme des renseignements suffisants pour mettre les compagnies à même de faire construire, si elles le veulent, ces appareils dans leurs ateliers, et de les maintenir constamment en bon état.

Je vous invite, monsieur le préfet, à transmettre cette instruction aux compagnies des chemins de fer pour lesquels les attributions que les règlements confèrent aux préfets ont été centralisées entre vos mains par l'arrêté du 10 janvier 1847. Je vous adresse, à cet effet, plusieurs ampliations de la présente. Veuillez m'en accuser réception.

J'en transmets également des exemplaires à MM. les ingénieurs attachés à la surveillance de l'exploitation de ces chemins.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

*Instruction pratique sur les manomètres et thermomanomètres applicables aux chaudières des machines locomotives,*

Rédigée par M. REGNAULT, Ingénieur en chef des mines, membre de la commission centrale des machines à vapeur,

ET ADOPTÉE PAR LA COMMISSION.

On mesure la tension de la vapeur dans les chaudières à l'aide de divers appareils dont les principaux sont :

- 1° Le manomètre à air libre;
- 2° Le manomètre à air comprimé;
- 3° Le thermomanomètre.

I. Dans le manomètre à air libre, on détermine la force élastique de la vapeur, en mesurant directement la hauteur de la colonne de mercure qui lui fait équilibre. A cet effet, on met la chambre de vapeur en communication avec un tube en siphon, dont une des branches verticales est assez élevée pour contenir la colonne de mercure qui fait équilibre à la pression de la vapeur, diminuée de celle de l'atmosphère, qui s'exerce librement à la surface du mercure, dans le long tube. La *pression effective* de la vapeur, c'est-à-dire la différence entre la pression de la vapeur et celle de l'atmosphère, est donc mesurée par la différence de hauteur des colonnes de mercure dans les deux branches verticales du siphon.

On peut remplacer le siphon par un seul tube en verre, ouvert aux deux bouts, et dont une des extrémités est fixée hermétiquement dans un réservoir en fer forgé ou en fonte, rempli de mercure. Ce réservoir doit avoir un diamètre assez considérable par rapport au diamètre du tube, pour que l'on puisse admettre, avec une exactitude suffisante pour la pratique, que le niveau du mercure ne varie pas dans ce réservoir pendant que le liquide s'élève plus ou moins dans le tube.

De tous les appareils que l'on a imaginés pour mesurer la tension de la vapeur, le manomètre à air libre est le plus précis, et pour les machines fixes il réunit toutes les conditions que l'on peut désirer. On trouve dans l'instruction ministérielle du 23 juillet 1843 la description détaillée d'un manomètre à air libre.

Mais le manomètre à air libre, tel que nous venons de le décrire, ne peut plus être employé pour les machines

mobiles, et surtout sur les locomotives. La longueur considérable qu'il faut donner au tube du manomètre est dans ce cas un inconvénient très-grave, et la grande fragilité de l'appareil, qui est soumis constamment à des vibrations et à des secousses, le rend complètement inapplicable.

On a cherché à éviter cet inconvénient en remplaçant le tube droit par une série de tubes en siphon disposés comme le montre la *fig. 1, Pl. VIII*. Les parties inférieures des tubes contiennent du mercure; les parties supérieures sont entièrement remplies d'eau, excepté toutefois la dernière branche verticale *fg*, dont le mercure est soumis directement à la pression de l'atmosphère.

Lorsque les deux extrémités de cet appareil sont en communication avec l'atmosphère, les colonnes de mercure sont de niveau dans chaque siphon partiel; mais si l'on fait agir à l'extrémité *a* une pression plus considérable, il s'établit une différence de hauteur entre les colonnes de mercure de chacun des siphons, et la pression totale effective est mesurée par la somme des différences de hauteur du mercure dans tous ces siphons, diminuée des  $\frac{1}{35}$  de cette somme, pour la pression des colonnes d'eau qui ne se trouvent plus en équilibre d'elles-mêmes. Il est clair qu'en multipliant le nombre des siphons, on peut s'arranger de manière à ce qu'une pression élevée, par exemple celle de 10 atmosphères, ne produise que des différences de hauteur très-petites dans chacun des siphons, de sorte que l'on peut se contenter de donner une faible hauteur à l'appareil.

Un manomètre de cette espèce a été construit il y a longtemps par M. Collardeau, qui s'en servait pour mesurer des pressions très-considérables. On peut se dispenser de mesurer directement les différences de niveau du mercure dans chaque siphon partiel, et observer seulement le niveau du mercure dans la dernière branche ouverte *fg*; il suffit pour cela de graduer directement l'appareil au moyen d'un manomètre à air libre ordinaire, et de tracer sur le tube *fg* les divisions auxquelles s'arrête le mercure dans ce tube, lorsque l'extrémité *a* de l'appareil est soumise à des pressions de 2, 3, 4, 5... atmosphères. Les siphons en verre peuvent alors être rem-

placés par des tubes de fer, et le manomètre présente une solidité beaucoup plus grande.

Mais l'appareil doit être construit avec une grande perfection, car il est essentiel qu'il ne puisse pas se perdre la moindre quantité de liquide, soit mercure, soit eau: sans cela les indications que donnerait l'extrémité de la colonne de mercure dans le tube *fg* seraient nécessairement erronées. Ce manomètre revient donc à un prix élevé, il présente beaucoup moins de sensibilité que le manomètre à air libre ordinaire, et on peut toujours craindre que la graduation ne soit plus exacte; car il suffit pour cela qu'une petite quantité de liquide soit sortie par un des nombreux joints de l'appareil, depuis le moment où l'on a fait la graduation. Il a été joint à la circulaire du 16 mars 1846 la description détaillée d'un manomètre de cette espèce construit par M. Richard, et qui est maintenant établi sur un grand nombre de locomotives.

II. Le manomètre à air comprimé consiste essentiellement en un siphon en verre *ABC*, *fig. 2, Pl. VIII*, dont l'extrémité *A* communique avec la chaudière. La branche *BC* porte une division qui donne les capacités du tube à partir de l'extrémité *C*.

L'extrémité effilée de la branche *BC* est restée ouverte; on verse dans le siphon une certaine quantité de mercure, qui se met de niveau dans les deux branches et s'élève jusqu'à la première division tracée sur la branche *BC*; on ferme alors à la lampe l'extrémité *C*, et on a ainsi isolé un volume 1 d'air. On a tracé sur le même tube des divisions qui correspondent aux fractions  $\frac{1}{2}, \frac{1}{3}, \frac{1}{4}, \frac{1}{5}, \frac{1}{6}$ ... du volume 1; le mercure vient affleurer à ces divisions lorsque l'appareil est soumis à des pressions de 2, 3, 4, 5, 6... atmosphères.

Le principal inconvénient que l'on a reproché à ce manomètre, outre sa fragilité, tient à ce que le mercure se salit promptement et laisse sur le tube de verre, dans la partie occupée par l'air, une crasse métallique qui empêche d'apercevoir le sommet de la colonne de mercure. Cette crasse métallique est presque toujours produite, dans les vases en verre, par une oxydation du mercure: l'oxyde reste d'abord dissous dans la masse liquide, puis il se rend lentement à la surface, où il forme une pelli-

cale qui adhère au verre, et qui n'est pas emportée par le mercure au moment où ce liquide descend.

On a reconnu que l'on paraît à cet inconvénient en mettant au-dessus du mercure une petite couche d'alcool faible ou d'acide acétique; mais alors on s'expose à un inconvénient au moins aussi grave: l'oxyde de mercure se dissout dans l'acide acétique, ce qui empêche l'encrassement du verre; mais sous l'influence de l'acide, le mercure absorbe successivement l'oxygène de l'air renfermé dans le manomètre, le volume du gaz diminue et le manomètre devient inexact. L'alcool produit un effet semblable; la vapeur alcoolique se combine avec l'oxygène de l'air, et produit de l'acide acétique. On remédie à cet inconvénient en plaçant, dans le manomètre, au lieu d'air, du gaz azote, que l'on obtient en faisant passer l'air atmosphérique à travers un tube de verre rempli de cuivre métallique, chauffé au rouge.

On éviterait sans doute la plus grande partie des inconvénients que l'on a reprochés au manomètre à air comprimé par la construction suivante (*fig. 3, Pl. VIII*), qui a été proposée, il y a longtemps, à la commission centrale des machines à vapeur.

Le réservoir de ce manomètre se compose de deux pièces en fonte.

La pièce inférieure forme une espèce de godet *abcd* qui renferme le mercure.

La pièce supérieure porte trois tubulures:

1° Une tubulure centrale *O*, dans laquelle on fixe le tube manométrique proprement dit;

2° Une tubulure latérale *M*, par laquelle on met le réservoir du manomètre en communication avec la chaudière: le tube qui établit cette communication est muni d'un robinet qui permet de soustraire à volonté le manomètre à la pression de la vapeur;

3° Enfin une seconde tubulure latérale *N*, que l'on peut fermer hermétiquement avec une vis *V*, et qui sert à introduire le mercure, ou à mettre le manomètre sous la pression de l'atmosphère, après que la communication avec la chaudière a été interceptée.

Le tube manométrique est un tube de cristal de 30 centimètres environ de longueur; il a 4 millimètres de diamètre intérieur et 3 millimètres d'épaisseur de parois. Il

est fermé à une de ses extrémités; l'autre extrémité a été usée suivant une section droite bien plane. Il doit être ajusté dans la tubulure centrale *O*, et pour que la pression intérieure ne puisse pas le soulever, on a pratiqué sur ce tube, à la lampe, un léger renflement qui sert à le maintenir d'une manière invariable dans la tubulure *O*.

On pèse la quantité de mercure qui remplit complètement ce tube, en ayant soin qu'il ne reste pas de bulles d'air sur les parois.

On pèse ensuite successivement des quantités de mercure égales à  $\frac{1}{8}$ ,  $\frac{1}{7}$ ,  $\frac{1}{6}$ ,  $\frac{1}{5}$ ,  $\frac{1}{4}$ ,  $\frac{1}{3}$ ,  $\frac{1}{2}$ , du poids du mercure qui remplit le tube entier; on verse successivement dans le tube ces quantités de mercure, et on marque, avec un pinceau fin trempé dans du vermillon, des traits aux points où s'arrêtent les colonnes de mercure. Au lieu de peser ces quantités de mercure, il sera plus simple de les mesurer dans un tube divisé. Pour que les traits ne puissent pas s'effacer, il faut les graver sur le tube avec l'acide hydrofluorique. A cet effet, on recouvre le tube bien sec d'une couche de vernis liquide, semblable à celui qu'emploient les graveurs sur cuivre à l'eau-forte, et qui conserve une certaine transparence après sa dessiccation. Lorsque ce vernis est sec, on l'entame avec une pointe aux endroits où l'on doit marquer les divisions, de manière à mettre à nu la surface du verre. Il suffit alors d'appliquer avec un pinceau de l'acide hydrofluorique sur les traits, et de laisser mordre l'acide pendant un intervalle de deux à cinq minutes, suivant son état de concentration; après quoi on lave le tube à grande eau et on enlève le vernis.

Il serait plus facile de graver immédiatement les traits avec un diamant ou une lime fine en acier; mais on donne ainsi beaucoup de fragilité au verre, qui se fend souvent à l'endroit où il a été entamé.

Pour fixer le tube gradué dans la tubulure *O*, on l'enveloppe, à l'endroit de son renflement, d'une tresse de chanvre imbibée de mastic au minium. La tubulure *O* et la pièce métallique *uw*, qui s'applique dessus, portent une gorge dans laquelle s'engage le renflement du tube; on serre ces deux pièces l'une sur l'autre au moyen de vis, et il reste une couche de mastic interposée entre elles. Le

tube doit descendre à 1 centimètre environ du fond du réservoir.

La pièce A B C D est fixée solidement à la locomotive, et il est convenable qu'elle soit déjà en place quand on engage le tube manométrique.

La cuvette *a b c d* étant remplie de mercure aux trois quarts, on l'entre dans la pièce A B C D, qu'elle remplit presque complètement, et on la fixe au moyen de vis après interposition de mastic au minium entre les bords plats CB et EF; on a ainsi isolé dans le tube manométrique un volume d'air qui le remplit en entier sous la pression d'une atmosphère, et si on soumet le réservoir à une pression de 2, 4, 6 atmosphères, le volume de l'air sera réduit à  $\frac{2}{3}$ ,  $\frac{1}{2}$ ,  $\frac{1}{3}$ , et le niveau du mercure affleurera aux traits 2, 4, 6, gravés sur le tube. Ces traits ne sont pas assez apparents pour que le mécanicien puisse les voir facilement; il est convenable de placer derrière le tube manométrique une planche peinte en blanc et sur laquelle on reporte les divisions.

Au moment où l'on met le réservoir du manomètre en communication avec la chaudière, on peut craindre que la vapeur ou l'eau chaude, pénétrant subitement dans ce réservoir, ne fassent casser le tube. Il faudra avoir soin, lorsque le manomètre sera monté, de verser de l'eau froide dans la tubulure N, de manière à en remplir complètement le réservoir, puis de placer la vis V, après interposition d'un cuir graissé ou de mastic au minium. Le tube ne peut plus alors s'échauffer brusquement, et l'on n'a plus à craindre l'accident que je viens de signaler.

Le manomètre décrit ci-dessus est très-facile à réparer, dans le cas où il se trouverait dérangé par un accident.

Supposons, par exemple, que le tube se soit sali intérieurement, que le mercure ait déposé une crasse métallique. On ferme le robinet du tube qui établit la communication entre la chaudière et le réservoir du manomètre; on enlève la vis V et l'on met l'appareil sous la pression de l'atmosphère; on détache le fond E F et on enlève ainsi le mercure sans qu'il y ait danger d'en perdre; on essuie l'intérieur de la pièce A B C D avec un linge, on nettoie le calibre intérieur du tube, sans le déranger, au moyen d'un linge fin qui enveloppe une tige de cuivre rouge.

On filtre le mercure de la cuvette à travers un linge, ou

mieux à travers une peau de chamois; on le replace dans la cuvette et on ajuste de nouveau le manomètre comme il a été dit.

Pour nettoyer le calibre intérieur du tube, il est important que le petit linge soit attaché sur un fil de cuivre bien doux, ou mieux sur une tige de bois dur ou d'ivoire; il ne faut se servir pour cela ni de fil de laiton, ni de fil de fer: l'expérience a montré que lorsqu'on introduit ainsi dans un tube de verre un fil d'un métal dur, on produit une lésion superficielle, souvent invisible, mais qui rend le verre tellement cassant, qu'il se fendille souvent spontanément dans divers sens.

Si le mercure paraît encore sale après la filtration, s'il laisse une crasse métallique sur les doigts, il faut le purifier par une action chimique. A cet effet on le place dans un flacon en verre, on verse par-dessus quelques gouttes d'acide azotique ordinaire du commerce, que l'on étend du double de son volume d'eau, et on laisse le tout digérer pendant vingt-quatre heures à une température d'environ 60°, ou pendant plusieurs jours à la température ordinaire, en agitant de temps en temps; on lave ensuite le mercure à grande eau et on le sèche.

Ce manomètre est d'une construction facile, et il est très-peu coûteux. Il est à désirer que les compagnies de chemins de fer le fassent construire dans leurs ateliers (1); elles n'auraient à se procurer au dehors que les tubes manométriques, tout prêts à être montés. Ces tubes n'auraient pas même besoin d'être gradués *a priori* par le procédé indiqué page 721: car il est facile de les graduer immédiatement, et lorsque l'appareil est monté, à l'aide d'un manomètre à air libre normal. Cette graduation se fera par la méthode suivante, qui servira en même temps pour vérifier ces instruments aussi souvent que l'on voudra.

Une petite pompe foulante à air est montée sur un réservoir en cuivre de 2 à 3 litres de capacité: ce réservoir, qui est fixé solidement contre un mur, communique avec un manomètre à air libre qui sert de manomètre normal, et par un autre tube on le met en communication avec le

(1) M. Perreaux, fabricant d'instruments de précision, rue Monsieur-le-Prince, n° 11, à Paris, construit de ces manomètres au prix de 30 francs.

manomètre à air comprimé que l'on veut graduer ; on foule avec la pompe de l'air dans le réservoir, de manière à établir successivement des pressions de 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 atmosphères, et l'on trace sur le manomètre que l'on veut jauger des traits correspondants aux points où le mercure s'est arrêté : si le réservoir portait un plus grand nombre de tubulures, on pourrait graduer plusieurs manomètres à la fois.

Il est important que le bord supérieur de la cuvette monte très-près du fond supérieur de la pièce A B C D, afin que le mercure ne puisse pas être projeté hors de cette cuvette par les vibrations et les secousses qu'éprouvera l'appareil ; la cuvette remplit d'ailleurs presque exactement le vide de la pièce A B C D, de sorte qu'il ne peut s'interposer que très-peu de mercure entre les parois de la cuvette et celles de cette pièce.

Il est bon de remarquer que lors même que la fonte du réservoir serait un peu perméable dans les premiers moments, cela n'aurait aucun inconvénient, car ce serait de l'eau qui sortirait par les petits interstices et non du mercure ; ces petites ouvertures seraient promptement bouchées par oxydation. Il est d'ailleurs facile, en employant de la fonte d'une qualité convenable, d'obtenir des réservoirs parfaitement imperméables.

On a donné au tube manométrique un diamètre intérieur de 4 millimètres environ. En lui donnant un diamètre plus petit, on s'expose à un inconvénient qui se présente fréquemment dans les manomètres à air comprimé établis sur les locomotives : la colonne de mercure se divise par une secousse, et l'appareil se trouve, au moins momentanément, hors de service. Cette circonstance ne se présentera pas avec des tubes d'un diamètre un peu grand.

Il sera souvent utile de pouvoir constater la plus haute pression que la vapeur a atteinte pendant la marche d'un convoi. Il sera facile d'appliquer au manomètre à air comprimé la petite disposition imaginée par M. Buntzen pour les thermomètres à maxima. Un petit flotteur formé par une petite ampoule de verre porte une queue effilée et fermée, qui est recourbée, comme le montre la *fig. 4, Pl. VII*, de manière à faire ressort contre les parois du tube. Ce petit flotteur est soulevé par le mercure pendant son mouvement ascendant, mais il ne suit plus ce liquide

et reste suspendu dans le tube lorsque le mercure descend. Pour pouvoir faire descendre la petite ampoule, lorsqu'elle a été abandonnée par le mercure dans la partie supérieure du tube, on y a renfermé une petite tige d'acier, de sorte que l'on peut faire descendre le petit flotteur par l'action d'un barreau aimanté.

Il y a lieu de penser que le manomètre décrit plus haut ne présentera pas les inconvénients que l'on reproche ordinairement aux appareils de cette espèce : il est possible, néanmoins, qu'on en reconnaisse dans la pratique ; mais il sera vraisemblablement facile d'y remédier. S'il arrivait, par exemple, que le tube de verre se cassât fréquemment dans l'intérieur du réservoir, on pourrait composer le tube manométrique d'une partie en fer creux, qui porterait une bride, par laquelle on la fixerait sur la pièce A B C D, et d'un tube de verre que l'on monterait sur ce tube de fer, au moyen d'un joint au chanvre et au minium semblable à celui qui a été décrit plus haut pour fixer le tube manométrique sur la pièce A B C D. En donnant à la partie inférieure en fer du tube manométrique un diamètre intérieur plus grand qu'un tube de verre, on peut obtenir une plus grande sensibilité dans les indications de l'instrument sous les hautes pressions. Il est vrai que l'on ne peut plus alors observer les basses pressions, telles que celles qui sont comprises entre 1 et 2 atmosphères ; mais cela présente peu d'intérêt pour les locomotives, qui travaillent toujours sous des pressions plus considérables.

III. *Du thermomanomètre.* — Le thermomanomètre est un thermomètre ordinaire à mercure, qui marque la température de la vapeur dans la chaudière. Lorsque l'eau bout sous la pression ordinaire de l'atmosphère, le thermomètre à mercure marque 100°.

Sous 2 atmosphères le thermomètre à mercure marque	121°,4
3	135°,1
4	145°,4
5	153°,08
6	160°,2
7	166°,5
8	172°,1

Il suffira donc, pour que l'instrument indique immédiatement les pressions en atmosphères qui existent dans

la chaudière, de marquer sur l'échelle les divisions 2, 3, 4, etc., en regard des températures que nous venons de rapporter. Le réservoir du thermomanomètre ne peut pas être placé immédiatement dans la vapeur de la chaudière, parce qu'il se trouverait, dans ce cas, soumis à la haute pression qui règne dans la chaudière, et la colonne mercurielle monterait non-seulement par l'élevation de la température, mais encore par la diminution de volume que subit le réservoir comprimé. Il faut fixer sur la chaudière un tuyau en cuivre qui descende de 2 décimètres environ dans la chaudière et maintenir le réservoir du thermomanomètre dans ce tuyau, que l'on a préalablement rempli d'une huile fixe.

Le thermomanomètre est très-peu sensible dans ses indications : il lui faut beaucoup de temps pour se mettre en équilibre de température avec la vapeur ambiante, de sorte qu'il est toujours en retard d'une manière notable et qu'il ne peut pas marquer, en leur temps, les variations rapides de pression qui surviennent constamment dans le travail des locomotives. Cet inconvénient très-grave fera probablement renoncer à l'emploi des thermomanomètres pour ces machines.

A M. le Préfet d

Paris, le 21 août 1847.

École des mines.

Nouveau programme d'admission des élèves externes.

Monsieur le préfet, l'ordonnance du 5 décembre 1816, relative à l'organisation de l'École royale des mines, a autorisé l'admission gratuite à cette école d'un certain nombre d'*élèves externes*, suivant les mêmes cours et participant aux mêmes exercices que les élèves ingénieurs sortis de l'École polytechnique.

Un arrêté ministériel du 3 juin 1817 a réglé le mode et les conditions d'admission des élèves-externes, et déterminé les connaissances exigées des candidats.

L'enseignement supérieur professé à l'École royale des mines n'était accessible qu'à fort peu de sujets : aussi, pendant longtemps, les élèves externes ont été en nombre très-restreint. Le bénéfice de l'institution s'est trouvé ainsi

ne profiter qu'à quelques jeunes gens exceptionnellement préparés aux fortes études de l'École.

Dans la vue de donner à cette institution plus de développement, l'administration a institué à l'École des Mines des cours préparatoires sur différentes branches de science.

La création de ces cours a permis de réduire, dans quelques-unes de ses parties, le programme des connaissances exigées et d'étendre le cercle des admissions. Les élèves externes, trouvant à l'École même un enseignement préparatoire approprié à l'état de leur instruction scientifique, pourront suivre avec plus de fruit les leçons des divers professeurs ; ils n'auront plus à lutter contre des difficultés résultant de l'insuffisance de leurs études premières.

J'ai l'honneur de vous adresser, monsieur le Préfet, exemplaires du nouveau programme arrêté, sur ma proposition, par M. le ministre des travaux publics pour l'admission des élèves externes. Je vous prie de distribuer ces exemplaires à MM. les sous-préfets, ainsi qu'aux principaux chefs d'établissements métallurgiques de votre département, et de donner la plus grande publicité possible aux dispositions de l'arrêté ministériel.

Je vous prie de m'accuser réception de la présente, dont j'adresse ampliation à MM. les ingénieurs des mines.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

### PROGRAMME

*Pour l'admission des élèves externes à l'École royale des Mines.*

Le pair de France, ministre secrétaire d'État des travaux publics,

Vu l'ordonnance du 5 décembre 1816 relative à l'organisation et à l'administration de l'École royale des Mines, et l'arrêté ministériel du 3 juin 1817, concernant l'admission des élèves externes ;

Considérant que des cours préparatoires ont été institués à l'École des Mines pour les élèves externes, sur la géométrie descriptive, les éléments de calcul infinitésimal, la physique et la chimie;

Vu le programme présenté par le conseil de l'École;  
Sur la proposition du sous-secrétaire d'Etat des travaux publics,

Arrête ce qui suit :

*Connaissances exigées pour l'admission.*

*Art. 1<sup>er</sup>.* Les connaissances exigées pour l'admission des élèves externes à l'École royale des mines sont :

1° L'arithmétique et l'exposé du système métrique;  
2° L'algèbre, comprenant la résolution des équations des deux premiers degrés, la démonstration du binôme de Newton (dans le cas seulement des exposants entiers et positifs);

3° La théorie des proportions et progressions, celle des logarithmes, l'usage des tables et les applications aux questions d'intérêts composés, d'annuités et d'amortissement;

4° La géométrie élémentaire, la trigonométrie rectiligne, et l'usage des tables des sinus;

5° Les éléments de géométrie analytique à deux dimensions, comprenant la discussion des équations de la ligne droite et du cercle, les propriétés principales des sections coniques, ainsi que le tracé graphique d'une courbe plane dont l'équation est donnée;

6° Les éléments de statique.

*Art. 2.* Les candidats seront tenus de copier une tête d'après l'un des dessins qui leur seront présentés.

*Conditions d'admission.*

*Art. 3.* Les candidats seront âgés de dix-huit ans au moins et de vingt-cinq ans au plus.

Il devront prouver, par un certificat des autorités du lieu de leur domicile, qu'ils sont de bonnes vie et mœurs.

Ils devront aussi prouver qu'ils ont été vaccinés ou qu'ils ont eu la petite vérole.

*Mode d'admission.*

*Art. 4.* Les candidats subiront un examen préalable

devant un ingénieur des mines, qui sera désigné à cet effet par le sous-secrétaire d'Etat des travaux publics.

*Art. 5.* Seront déclarés admissibles ceux qui, dans cet examen, auront prouvé qu'ils possèdent toutes les connaissances énoncées ci-dessus, articles 1 et 2.

*Art. 6.* Seront aussi déclarés admissibles ceux qui ne posséderaient pas les connaissances exigées sous le n° 5 de l'article 1<sup>er</sup> et par l'article 2, s'ils répondent d'une manière distinguée aux questions relatives aux connaissances prescrites sous les n°s 1, 2, 3, 4 et 6 de l'article 1<sup>er</sup>.

*Art. 7.* Seront enfin réputés admissibles et dispensés de l'examen préalable les élèves de l'École royale polytechnique et les candidats qui ont fait ou qui feraient encore partie d'une liste d'admissibles à cette école.

*Art. 8.* Les candidats déclarés admissibles suivant les articles 5 et 6, ou réputés admissibles suivant l'article 7, auront le droit de suivre tous les cours de l'École des mines, mais ils ne pourront prendre part aux exercices du laboratoire ni aux travaux graphiques, qui sont réservés aux seuls élèves externes.

*Art. 9.* Les candidats déclarés admissibles subiront un examen à Paris devant le conseil de l'École.

Le conseil déterminera l'ordre de mérite des candidats et en adressera la liste au sous-secrétaire d'Etat, qui statuera sous l'approbation du ministre des travaux publics.

Cette liste sera accompagnée d'une colonne d'observations contenant les notes qui pourraient tendre à faire donner la préférence, à égalité de mérite, à tel ou tel candidat, comme, par exemple, aux fils de directeurs ou de concessionnaires de mines, de chefs ou de propriétaires d'usines minéralurgiques.

*Art. 10.* Les examens préliminaires auront lieu du 1<sup>er</sup> juillet au 15 octobre. La demande en autorisation d'examen sera adressée au sous-secrétaire d'Etat des travaux publics, qui désignera l'ingénieur devant lequel le candidat devra se présenter.

L'examen définitif aura lieu à Paris, dans la première quinzaine de novembre.

*Art. 11.* Les élèves seront tenus de se procurer les objets suivants :

Un étui de mathématiques semblable à celui qui est exigé à l'École polytechnique.

Trois règles et une équerre ;

Un grand carton ;

Une boîte de couteurs avec godets et soucoupes ;

Un tablier de laboratoire.

Paris, le 30 juillet 1847.

Le Ministre secrétaire d'État des travaux publics.

H. JAYR.

*A M. le Préfet d*

Paris, le 15 septembre 1847.

Chaudières  
à vapeur.

Exécution de  
l'art. 29 de l'or-  
donnance du 22  
mai 1843.

Monsieur le Préfet, on a adopté depuis quelque temps, dans certains établissements, un mode très-vicieux de construction pour les fourneaux des chaudières à vapeur. On fait circuler la flamme, ou les gaz provenant de la combustion, dans des carneaux qui s'élèvent au-dessus du plan d'eau, en s'appuyant sur les parois du réservoir de vapeur.

Ce système est extrêmement dangereux. Il est formellement prohibé par l'article 29 de l'ordonnance royale du 22 mai 1843, aux termes duquel la ligne d'eau doit toujours être d'un décimètre, au moins, au-dessus de la partie la plus élevée des carneaux, tubes ou conduits de la flamme et de la fumée.

On conçoit en effet que la partie des parois qui ne se trouve pas intérieurement baignée par l'eau peut éprouver un échauffement considérable par son contact avec la flamme ou les gaz qui passent dans les carneaux supérieurs. En de telles circonstances, si une issue vient s'ouvrir à la vapeur, soit par l'ouverture du robinet de mise en train, soit par le soulèvement de la soupape, ou s'il s'opère par quelque fissure une fuite accidentelle, l'eau, déchargée tout à coup d'une portion de la pression qui s'exerçait à sa surface, entre en ébullition tumultueuse, jaillit contre les parois suréchauffées, et engendre subitement une grande quantité de vapeur qui détermine une rupture.

Dernièrement une explosion qui a eu des suites déplorable a été produite par cette cause. Il importe de signaler les dangers que présente ce mode d'appareils, et de tenir la main à l'exécution de l'ordonnance.

J'ai l'honneur de vous transmettre le rapport dans lequel sont consignés les détails du malheureux événement que je viens de rappeler, et l'avis qui a été émis par la commission centrale des machines à vapeur. Ils sont imprimés ci-après.

Je vous invite, monsieur le Préfet, à prendre un arrêté qui interdise immédiatement ces dispositions des fourneaux là où il en existerait de semblables.

Veillez m'accuser réception de la présente circulaire, dont je transmets des ampliations à MM. les ingénieurs et dont je joins ici plusieurs exemplaires pour être distribués aux principaux propriétaires ou constructeurs d'appareils à vapeur dans votre département.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le sous-secrétaire d'Etat des travaux publics,

Signé LEGRAND.

*A M. le Préfet d*

Paris, le 4 octobre 1847.

Monsieur le Préfet, l'ordonnance royale du 22 mai 1843, relative aux machines et chaudières à vapeur employées sur terre, a prescrit plusieurs dispositions destinées à constater que la surface de l'eau dans les chaudières est maintenue à une hauteur à peu près constante et supérieure aux conduits dans lesquels circulent la flamme et les gaz provenant de la combustion.

On sait en effet que l'abaissement du plan d'eau et le suréchauffement qui en résulte dans les parois du réservoir de vapeur sont l'une des principales causes des explosions. Des accidents récents sont venus en fournir encore de nouveaux et tristes exemples.

La circulaire du 15 septembre dernier a rappelé, à ce sujet, les conditions requises par l'article 29, qui veut que le niveau normal de l'eau dans la chaudière soit mar-

Chaudières  
à vapeur.

Indicateurs du  
niveau de l'eau.

qué à l'extérieur par une ligne tracée sur le corps de la chaudière ou sur le parement du fourneau, et que cette ligne soit d'un décimètre au moins au-dessus de la partie la plus élevée des carneaux, tubes ou conduits de la flamme et de la fumée.

Indépendamment de ces conditions, les articles 30 et 31 ont disposé :

Que chaque chaudière aura un flotteur d'alarme ;

Qu'elle sera, en outre, munie de l'un des trois appareils suivants : un flotteur ordinaire, d'une mobilité suffisante ; un tube indicateur en verre ; des robinets indicateurs, convenablement placés à des niveaux différents.

Assez communément on fait usage du flotteur.

Mais l'accord de ses indications avec la ligne d'eau dépend de la longueur de la tige métallique à laquelle il est suspendu dans l'intérieur de la chaudière. Et il en est de même pour le flotteur d'alarme.

On ne peut dès lors vérifier, quand on fait les visites, si ces instruments, qui se trouvent déjà tout ajustés, sont exactement réglés par rapport à la ligne d'eau. On ne peut pas non plus s'assurer que cette ligne est tracée à la hauteur prescrite, à moins de faire ouvrir les carneaux, ce qui demande du temps, entrave le service et occasionne des chômages fâcheux pour les industriels.

Si, au contraire, chaque chaudière était munie d'un tube indicateur en verre ou de robinets étagés, on aurait constamment toute facilité pour vérifier la situation respective du niveau intérieur de l'eau et de la ligne d'eau marquée à l'extérieur.

C'est là une chose très-importante. Et puisque l'article 31 de l'ordonnance du 22 mai 1843 a laissé la faculté de prescrire, dans les arrêtés de permis, l'emploi de ce tube ou de ces robinets, on ne doit point hésiter à les choisir désormais, de préférence au flotteur ordinaire, du moment que l'expérience a fait reconnaître que ces appareils sont les meilleurs et qu'ils fournissent le moyen d'empêcher de dangereuses contraventions.

Il conviendra en conséquence, à l'avenir, lorsque vous autoriserez l'établissement d'une nouvelle chaudière à vapeur, d'imposer la condition de faire usage, outre le flotteur d'alarme, d'un tube indicateur en verre, ou de

deux robinets d'épreuve adaptés, l'un au-dessus, l'autre au-dessous du plan d'eau normal, ce second robinet devant être également au-dessus de la partie la plus élevée des carneaux ou conduits de la flamme et de la fumée.

Quant au flotteur ordinaire, son emploi demeureira facultatif. On pourra néanmoins le recommander lorsqu'au lieu du tube en verre la chaudière sera pourvue des robinets d'épreuve, attendu que ceux-ci n'accusant pas d'eux-mêmes, comme le font les deux premiers appareils, les variations du niveau de l'eau, et ne donnant des indications qu'autant que le chauffeur prend soin de les ouvrir, le flotteur peut, dans ce cas, être utile.

On a quelquefois objecté, au sujet du tube en verre, que c'est un instrument fragile, exposé à se briser lorsqu'il se trouve sur des chaudières fonctionnant à de hautes pressions ; que la forme hémisphérique des extrémités des chaudières, l'épaisseur de la maçonnerie ou la largeur des carneaux qui les entourent, rendent difficile d'y ajuster des tuyaux aboutissant à ce tube et aux robinets d'épreuve. Mais l'application qui est faite depuis longtemps du tube indicateur aux chaudières de locomotives, lesquelles fonctionnent à cinq et six atmosphères, montre que la fragilité du verre n'est nullement un empêchement à l'emploi de cet appareil sur les chaudières à haute pression (1) ; et, d'un autre côté, il est facile, malgré la forme

(1) Certaines précautions sont à observer pour préparer et monter les tubes indicateurs. Ils doivent être d'un cristal exempt de bulles et autres défauts ; d'un diamètre intérieur assez petit, 5 à 10 millimètres, et d'une épaisseur de 3 à 4 millimètres. Quant à la longueur, elle dépend de la forme de la chaudière. Il faut aussi qu'ils soient recuits avec soin : cette opération se fait en les plaçant dans un bain d'huile de lin que l'on porte à l'ébullition et qu'on laisse ensuite refroidir. Lorsqu'on les place dans leur monture, il importe d'éviter soigneusement de les soumettre à un effort de torsion en serrant les *presse-étoupes* dans lesquelles ils sont engagés par leurs extrémités. Il est bon qu'ils soient enchâssés sur toute leur longueur dans une monture en cuivre formée de deux plaques qui couvrent deux côtés opposés du tube et le laissent apercevoir à travers deux fentes de 4 à 5 millimètres de large. Cette disposition a l'avantage d'abriter le tube non-seulement contre les chocs, mais en outre contre les courants d'air ou le contact de corps froids qui pourraient en déterminer la rupture.

Les tuyaux métalliques qui mettent les extrémités du tube en communication avec les espaces remplis d'eau et de vapeur dans la chau-

hémisphérique de l'extrémité d'une chaudière, d'adapter en des points convenables de cette surface deux tubes en fer horizontaux, d'un petit calibre, assez longs pour traverser la maçonnerie et les carnaux, et au bout desquels sont appliqués le tube indicateur ou les robinets d'épreuve.

À l'égard des chaudières déjà établies et permissionnées, et qui seraient munies du flotteur ordinaire, on pourra les conserver dans cet état. Mais s'il était constaté que ce flotteur est mal construit, mal ajusté; qu'il n'a pas une mobilité suffisante, ou que les carnaux sont élevés au-dessus du plan d'eau, il y aurait alors des contraventions formelles à l'ordonnance, et l'on devrait en conséquence exiger l'application immédiate du tube ou des robinets indicateurs, afin de faire cesser ces contraventions et d'en empêcher le retour.

Il est une autre condition de sûreté qui appelle aussi particulièrement votre attention, monsieur le Préfet, dans les permis que vous avez à délivrer.

L'article 41 de l'ordonnance du 22 mai 1843 porte que l'autorisation donnée par le préfet fixera, s'il y a lieu, la direction de l'axe de la chaudière.

Les faits prouvent que, presque toujours, dans les explosions, la rupture de la chaudière s'opère suivant un plan perpendiculaire à l'axe, en sorte que c'est dans la direction de cet axe que les fragments sont lancés avec le plus de violence par l'action de la vapeur.

Aussi l'instruction du 23 juillet 1843 recommande, paragraphe 4, de disposer autant que possible, l'axe de la chaudière de manière à ce qu'il soit parallèle aux murs des habitations ou à la voie publique.

La même garantie doit être observée pour les ateliers; et ainsi, quand il s'agit d'une chaudière de première catégorie, il faut enjoindre d'en placer l'axe parallèlement au mur des ateliers qui se trouveraient contigus au local,

dière doivent être pourvus de robinets, auxquels on peut adapter des manches liés, si l'on veut, avec des tringles qui permettent au chauffeur de les fermer de loin, en cas de bris accidentel.

Enfin il est nécessaire qu'un troisième robinet, placé au-dessous du tube indicateur, donne la facilité de le vider d'eau et d'y faire des chasses d'eau chaude et de vapeur, afin de le purger des matières terreuses dont il est sujet à s'encombrer.

les chaudières de cette classe devant d'ailleurs, aux termes de l'article 31, être établies en dehors de toute maison d'habitation et de tout atelier.

En général, à moins que la situation des lieux n'y mette absolument obstacle, les chaudières à vapeur doivent être placées de telle sorte que leur axe se trouve perpendiculaire à la direction suivant laquelle les effets d'une explosion seraient le plus à craindre.

Il convient en outre que la cheminée du fourneau soit construite latéralement, et non sur le prolongement de l'axe de la chaudière. Car il y a des exemples où des cheminées en briques ont été renversées par le choc d'un tronçon de chaudière qui était rompue par une explosion, et il en est résulté de grands désastres.

Si des propriétaires avaient, comme cela arrive quelquefois, installé leurs chaudières avant que les conditions d'emplacement eussent été déterminées par le permis, on n'en devrait pas moins exiger qu'ils fissent au local les changements qui seraient jugés nécessaires; ils n'auraient qu'à s'en prendre à eux-mêmes de n'avoir point attendu l'arrêt d'autorisation. Mais il est en même temps bien essentiel, lorsqu'une demande en permission est présentée, qu'elle soit instruite sans aucun retard, que les délais fixés par les articles 6, 7, 8 et 9 de l'ordonnance ne soient point dépassés.

Les conditions dont je viens de vous entretenir, monsieur le Préfet, tant en ce qui concerne les indications du niveau de l'eau qu'en ce qui est relatif à la disposition de l'axe des chaudières, contribueront à prévenir de funestes accidents. L'ordonnance de 1843 a chargé l'autorité administrative, quand elle autorise des appareils à vapeur, de pourvoir à tout ce que peuvent réclamer les intérêts de la sûreté publique. On ne saurait tenir trop strictement la main à l'exécution de toutes les mesures qui peuvent empêcher les explosions ou en atténuer les dangereux effets.

Je vous prie de m'accuser réception de la présente, dont je transmets une ampliation à MM. les ingénieurs.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le Ministre secrétaire d'État des travaux publics,  
Signé H. JAYR.

A M.

ingénieur des mines

Paris, le 25 octobre 1847.

Renseignements à fournir au sujet de la consommation des combustibles minéraux.

Monsieur, les comptes annuels que publie l'administration des mines font connaître le développement remarquable de notre production houillère.

Ce développement est tel, que les extractions, qui n'étaient encore que de 7 à 8 millions de quintaux métriques en 1811, se sont élevées, en 1820, à 11 millions; en 1830, à plus de 18; en 1840, à 30, et en 1845, à 42 millions; c'est-à-dire qu'elles se sont sextuplées dans l'espace de trente-quatre ans, de 1811 à 1845.

L'importation des houilles étrangères a, de son côté, singulièrement progressé. En 1815, elle n'était encore que de 2 millions et demi de quintaux métriques. Elle était en 1845, c'est-à-dire trente ans après, de 22 millions, ou neuf fois plus considérable. Elle a atteint pour cette dernière époque la moitié du chiffre des extractions.

Cette situation constate des besoins de plus en plus impérieux du combustible minéral. Et l'on doit se demander si, dans l'avenir, notre industrie trouvera toujours les ressources de plus en plus importantes qu'elle emprunte aujourd'hui à la fois à nos exploitations et à celles de l'étranger.

Les topographies souterraines de nos gisements houillers, dont l'administration poursuit l'exécution, donneront à cet égard de précieux renseignements; mais l'ensemble de ces topographies ne sera achevé de longtemps encore, et l'on peut examiner dès ce moment la question sous d'autres faces.

On remarque d'abord qu'un assez grand nombre de mines de combustibles restent inexploitées chaque année, et qu'elles tiennent en réserve des produits plus ou moins importants. Ainsi, en 1845, on comptait 449 mines de combustibles minéraux, et, sur ce nombre, 174 n'ont pas été exploitées. Il est essentiel d'examiner les causes de cette inexploitation, et de provoquer au besoin le retrait des concessions, conformément aux règles établies.

Mais ce qui doit surtout être un sujet d'étude, ce sont les procédés économiques qui ont été introduits dans ces

dernières années, ou qu'il est possible d'introduire, à l'effet de diminuer la consommation du combustible minéral, ou, en d'autres termes, de compenser l'augmentation par les méthodes qui, pour une même quantité de produits fabriqués, emploient une quantité moindre de ce combustible. Tel est l'objet d'un tableau que j'ai fait dresser, et qui est destiné à rendre compte des résultats moyens obtenus par groupes de bouches à feu, de machines ou d'appareils, en considérant les faits antérieurs à 1840 et ceux de l'année actuelle. Il est divisé en quinze articles, et il devra être rempli pour chaque département.

Je vous prie, monsieur, de consigner sur ce tableau, dont je joins ici des exemplaires en blanc (et en nombre suffisant pour que vous en conserviez des minutes), les détails relatifs à chacun des départements qui sont dans vos attributions, et de me faire parvenir votre travail dans le délai d'un mois, au plus tard, par l'intermédiaire de M. l'ingénieur en chef.

Je compte sur votre zèle pour apporter à ce travail tout le soin et tous les développements qu'il comporte. Veuillez y faire entrer tous les faits, toutes les observations que vous jugerez utiles sur ce sujet important. Je vous en saurai gré et je vous en remercie à l'avance.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération distinguée.

Le Ministre secrétaire d'État des travaux publics,

Signé H. JAYR.

ALPHABETIQUE DES COMMUNES  
DEPARTEMENT DE LA SEINE  
ANNÉE 1900

*Département d*

---

**RENSEIGNEMENTS**

sur

**LA CONSOMMATION DES COMBUSTIBLES MINÉRAUX.**

MINISTÈRE  
DES TRAVAUX PUBLICS.

DIVISION DES MINES.

2° BUREAU.

RENSEIGNEMENTS A FOURNIR AU SUJET DE LA

N. B. Consigner au verso du présent état  
contenues dans

	Avant 1840.	En 1847.	Provenance du combustible.	Observations.
1	2	3	4	5
1° Rendement moyen en coke de la tonne de houille carbonisée . . . . .				
en meules . . . . .				
dans les fours à coke				
à 1 porte..				
à 2 portes.				
2° Consommation moyenne en coke, par tonne de fonte, des hauts - fourneaux marchant . . . . .				
à l'air froid. . . . .				
à l'air chaud. . . . .				
3° Consommation moyenne en coke, par tonne de <i>fine-métal</i> , des fineries. . . . .				
4° Consommation moyenne en houille, par tonne de <i>massiaux</i> , des fours à riblons. . . . .				
5° Consommation moyenne en houille, par tonne de <i>massiaux</i> , des fours à puddler à une ou deux portes, à courants d'air. . . . .				
6° Consommation moyenne en houille, par tonnes de fer en barres étiré au marteau, des foyers de chaudière dits <i>champenois</i> . . . . .				
7° Consommation moyenne en houille, par tonne de fer corroyé au marteau, des fours à réchauffer. . . . .				
8° Consommation moyenne en houille, par tonne des diverses sortes de fer étirées aux laminoirs, des fours à réchauffer. . . . .				

DÉPARTEMENT

CONSOMMATION DES COMBUSTIBLES MINÉRAUX. d

les observations qui n'auraient pu être  
la colonne n° 5.

	Avant 1840.	En 1847.	Provenance du combustible.	Observations.
1	2	3	4	5
9° Consommation moyenne en houille, par tonne de fer fendu, des fours de fenderie. . . . .				
10° Consommation moyenne en houille, par tonne de verge de tirerie, des fours de tirerie. . . . .				
11° Consommation moyenne en houille, par tonne de tôle de diverses dimensions, des fours de tôle. . . . .				
12° Consommation moyenne, par force de cheval et par heure, des machines à vapeur employées sur terre . . . . .				
à basse pression, avec ou sans balancier.				
à haute pression, avec ou sans balancier, avec ou sans condensation, avec ou sans détente. . . . .				
13° Consommation moyenne en houille, par force de cheval et par heure, des machines à vapeur de diverses sortes employées à bord des bateaux et bâtiments . . . . .				
Nota. Indiquer les lignes de navigation des bateaux et bâtiments à vapeur.				
14° Consommation moyenne en coke, par voyageur et par kilomètre, par tonne et par kilomètre, des diverses sortes de locomotives employées au transport des voyageurs, au transport des marchandises. . . . .	Avant 1845.	En 1847.		
Nota. Indiquer les chemins de fer sur lesquels fonctionnent les locomotives et la vitesse moyenne de celles-ci.				
15° Quelles sont les dispositions qui, pour chaque sorte de bouches à feu, de machines ou d'appareils, ont principalement contribué à diminuer la consommation du combustible minéral?				
16° Quelles sont les améliorations qui, pour chaque sorte de bouches à feu, de machines ou d'appareils, pourraient être introduites dans le but de diminuer davantage la consommation du combustible minéral?				

A M. le Préfet d

Paris, le 8 décembre 1847.

Monsieur le préfet, à l'époque où l'on a rédigé le règlement du 16 septembre 1843 sur la comptabilité du ministère des travaux publics, les frais de découchers et de déplacements alloués aux conducteurs et piqueurs étaient réglés par l'administration centrale. En conséquence, la nomenclature des pièces à produire aux payeurs, annexée à ce règlement, porte (page 117) que les mandats qui concernent ces frais extraordinaires doivent être appuyés d'une copie ou d'un extrait de la décision ministérielle.

Frais de découchers et de déplacements alloués aux conducteurs et piqueurs.

Le développement donné aux travaux publics et l'accroissement du nombre des agents ont décidé l'administration à renoncer au mode qui avait été primitivement adopté, et à autoriser les préfets à régler ces frais extraordinaires, en se conformant toutefois à un tarif, et en renfermant le total des allocations accordées annuellement à chaque agent dans des limites déterminées.

Ce changement dans la manière d'opérer doit entraîner une modification dans les justifications à produire à l'appui des paiements. En effet, il n'est plus possible de joindre aux mandats la copie ou l'extrait dont il est fait mention dans la nomenclature, puisque les indemnités dont il s'agit ont cessé d'être réglées par une décision ministérielle spéciale.

Par suite du concert établi à ce sujet entre le département des travaux publics et le département des finances, et en vertu de la décision prise par M. le ministre des travaux publics, sous la date du 1<sup>er</sup> décembre, cette pièce doit être remplacée soit par un arrêté préfectoral, soit par un état présenté par l'ingénieur en chef et réglé et arrêté par le préfet, en exécution de la décision réglementaire qui lui délègue l'approbation des états de frais de découchers et de déplacements extraordinaires alloués aux conducteurs et piqueurs. L'arrêté ou l'état devra mentionner la date de la décision réglementaire, ainsi que le maximum fixé par l'administration. En outre, il est nécessaire que le certificat de proposition de paiement de l'ingénieur en chef, ou l'état réglé et arrêté par le préfet, rappelle les sommes déjà allouées au même titre à chaque

partie prenante depuis le commencement de l'exercice qui doit supporter la dépense. Cette indication est indispensable pour que l'on puisse vérifier si la limite annuelle n'est pas dépassée.

Veuillez ne pas perdre de vue, monsieur le Préfet, qu'aucune somme excédant le maximum annuel ne devra être mandatée qu'en vertu d'une décision ministérielle. Dans ce cas exceptionnel, il y aura lieu de se conformer aux indications de la nomenclature, et de produire copie ou extrait de la décision spéciale qui aura accordé l'allocation extraordinaire.

Il est évident qu'il devra en être de même lorsque, par exception, les frais de découchers ou de déplacements seront réglés directement par l'administration centrale.

Je rappellerai qu'aux termes de la circulaire du 12 décembre 1830. l'état mensuel (formule n° 4) du dernier mois de chaque trimestre devrait contenir le détail de ces frais extraordinaires, qui font partie des dépenses diverses imputables sur le fonds des travaux. Je n'insisterai pas toutefois sur l'exécution rigoureuse de cette instruction pour ce qui concerne les indemnités dont il s'agit, et, afin de simplifier les écritures, j'autorise MM. les ingénieurs en chef à se borner à porter sommairement les dépenses de cette nature dans les états des onze premiers mois de l'année. Mais il est indispensable que l'état de décembre contienne tous les renseignements nécessaires pour la complète vérification des sommes allouées, et, à cet effet, il devra donner le détail, par agent, des indemnités accordées depuis le commencement de l'année pour frais de découchers et de déplacements.

Je vous prie, monsieur le Préfet, de m'accuser réception de la présente circulaire, dont j'adresse ampliation à MM. les ingénieurs en chef.

Recevez, monsieur le Préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le sous-secrétaire d'État des travaux publics,

Signé LEGRAND.

## PERSONNEL.

*Par ordonnance du roi, du 3 août 1847.* — MM. Boudouquié, Senez, Gruner et Lambert, ingénieurs ordinaires de 1<sup>re</sup> classe, sont élevés au grade d'ingénieur en chef de 2<sup>e</sup> classe.

*Par ordonnance du 7 septembre 1847.* — M. Regnault, ingénieur ordinaire de 1<sup>re</sup> classe, attaché à la commission centrale des machines à vapeur, est nommé ingénieur en chef de 2<sup>e</sup> classe.

*Par ordonnance du 14 octobre 1847.* — MM. Dubocq et Bossey, aspirants-ingénieurs des mines, sont élevés au grade d'ingénieur ordinaire de 2<sup>e</sup> classe.

*Par arrêté du Ministre des travaux publics, du 12 septembre 1847.* — M. Gauldrée-Boilleau, élève-ingénieur des mines hors de concours, est nommé aspirant-ingénieur.

*Par arrêté du Ministre, du 20 septembre 1847.* — les mesures concernant l'ensemble de l'exploitation du chemin de fer de Creil à Saint-Quentin sont centralisées entre les mains du préfet de police à Paris, par application de l'article 71 de l'ordonnance du 15 novembre 1846.

*Par arrêté du Ministre, du 11 octobre 1847.* — il est créé à Autun un sous-arrondissement d'ingénieur ordinaire des mines, comprenant le service des départements de Saône-et-Loire et de l'Ain; — M. Labrosse-Luuyt, élève-ingénieur de 1<sup>re</sup> classe, est chargé de ce sous-arrondissement.

*Par arrêté du Ministre, du 20 octobre 1847.* — M. Ranchon, ancien élève de l'école des mineurs de Saint-Étienne, est nommé garde-mines répétiteur à l'école des maîtres-ouvriers mineurs d'Alais, en remplacement de M. Barnier.

*Par arrêté du Ministre, du 21 octobre 1847.* — M. Phillips, aspirant-ingénieur, professeur à l'école des mineurs

de Saint-Etienne, est admis, sur sa demande, dans le cadre de réserve; — M. Tournaire, élève-ingénieur de 1<sup>re</sup> classe, chargé du cours de chimie et de métallurgie à ladite école, est nommé professeur de machines et d'exploitation, en remplacement de M. Phillips; — M. Houpeurt, aspirant-ingénieur, chargé du service du sous-arrondissement de Rive-de-Gier, est nommé professeur de chimie et de métallurgie en remplacement de M. Tournaire; — M. Pigeon, ingénieur ordinaire, est chargé, par intérim du sous-arrondissement de Rive-de-Gier.

*Par arrêté du Ministre, du 22 octobre 1847, —* M. Estivalet est nommé, à titre provisoire, surveillant des études à l'école des maîtres-ouvriers mineurs d'Alais, en remplacement de M. Decaux, démissionnaire.

*Par arrêté du Ministre, du 18 novembre 1847, —* les mesures concernant l'ensemble de l'exploitation du chemin de fer de Saint-Etienne à Lyon, qui avaient été conférées, par arrêté du 10 janvier 1847, au préfet de la Loire, sont centralisées définitivement entre les mains du préfet du Rhône.

*Par arrêté du Ministre, du 25 novembre 1847, —* les mesures concernant l'ensemble de l'exploitation du chemin de fer d'Avignon à Marseille, sont centralisées entre les mains du préfet des Bouches-du-Rhône.

*Par arrêté du Ministre, du 21 décembre 1847, —* M. Dufrénoy, professeur de minéralogie à l'école des mines, est autorisé à accepter les fonctions de professeur de minéralogie au Muséum d'histoire naturelle; — la chaire de minéralogie à l'école des mines est confiée à M. de Sénarmont, ingénieur des mines attaché au service de surveillance des machines à vapeur dans le département de la Seine.

*Par arrêté du Ministre, du 21 décembre 1847, —* M. Phillips, aspirant-ingénieur en réserve, est attaché au service de surveillance des machines à vapeur du département de la Seine, sous les ordres de M. l'ingénieur en chef Combes, en remplacement de M. l'ingénieur de Sénarmont, appelé à d'autres fonctions.

*Par arrêté du Ministre, du 21 décembre 1847, —* M. Cogniet, ancien élève de l'école des mineurs de St-Etienne,

breveté de 1<sup>re</sup> classe, est nommé garde-mines de 2<sup>e</sup> classe, répétiteur à l'école des maîtres-ouvriers mineurs d'Alais, en remplacement de M. Vallée, démissionnaire.

*Par décision du sous-secrétaire d'Etat des travaux publics, du 11 août 1847, —* M. Lorieux, ingénieur en chef de l'arrondissement minéralogique de Versailles, est chargé de remplir, concurremment avec son service actuel, l'intérim du service de l'arrondissement minéralogique de Paris pendant la durée du congé de six semaines accordé à M. Juncker, ingénieur en chef de cet arrondissement.

*Par décision du sous-secrétaire d'Etat, du 18 octobre 1847, —* MM. Descos-Coullard, Blavier, Beudant, Cumenge, Castel, Lan et Lesbros sont nommés élèves de 2<sup>e</sup> classe à l'école des mines.

*Par décision du sous-secrétaire d'Etat, du 6 novembre 1847, —* M. Thibaud, ingénieur en chef de l'arrondissement minéralogique d'Alais, qui avait obtenu un congé de six mois pour cause de santé, reprend la direction du service de cet arrondissement.

## ACCIDENTS ARRIVÉS DANS LES MINES.

## ACTES DE COURAGE

ET

## DE DÉVOUEMENT.

L'exploitation des mines a ses victimes, mais elle a aussi ses héros. Les accidents qui arrivent dans ces travaux sont presque toujours accompagnés d'actes admirables de courage et de dévouement. On a réuni ici quelques notices succinctes sur ceux de ces actes qui ont été signalés à l'administration depuis 1827 et qui ont valu à leurs auteurs des médailles honorifiques. Cette publication, dont les éléments ont été puisés dans les documents existants au ministère des travaux publics et dans les rapports présentés chaque année par le ministre de l'intérieur, sera continuée à l'avenir : il importe de faire connaître le plus possible la conduite des hommes courageux qui ne craignent pas d'exposer leur vie pour sauver celle de leurs semblables. Ce sont là de nobles exemples et l'on aime à rendre hommage à cette émulation généreuse.

Un incendie s'est manifesté, le 7 février 1827, dans la fosse Sainte-Hyacinthe, dépendant des mines de houille d'Aniche, département du Nord, et a causé la mort de neuf ouvriers, au nombre desquels se trouvaient deux pères de famille.

Trente-sept autres ouvriers, qui étaient exposés au même sort, ont pu être arrachés à ce danger par le généreux dévouement des personnes qui ont coopéré aux travaux de sauvetage.

Le sieur Decamps, chef ouvrier, s'est particulièrement distingué dans cette triste circonstance. Dans le premier moment de stupeur et lorsque l'hésitation semblait arrêter tous les courages, il n'a pas craint de se précipiter sur les échelles au milieu d'une fumée épaisse, et longtemps il a lutté contre un péril imminent auquel il ne s'est soustrait qu'après avoir vu ses efforts couronnés d'un plein succès.

Électrisés par le noble exemple du sieur Decamps, un grand nombre d'ouvriers se sont joints à lui et ont fait preuve d'une égale intrépidité : ce sont :

Les sieurs Pollet (François), ancien mineur ;  
 Mascoux (Charles), mineur ;  
 Lefort (Ambroise), *id.* ;  
 Joly (Célestin), *id.* ;  
 Dubrulle (Pierre-Joseph), *id.* ;  
 Griffon (Pierre), *id.* ;  
 Julien (Joseph), *id.* ;  
 Château (François), charpentier ;  
 Laurent (Charles-Antoine), mineur ;  
 Laurent (Jean-Baptiste), *id.* ;  
 Fontaine (Jean-Baptiste) fils, *id.* ;  
 Lefort (Louis), *id.*

M. le ministre de l'intérieur, à qui M. le directeur général des ponts-et-chaussées et des mines a signalé la belle conduite du sieur Decamps et des autres ouvriers qui l'ont si bien secondé, a accordé au premier une médaille d'argent avec une récompense pécuniaire de 200 fr., et aux au-

tres une médaille d'argent du même module que celle du sieur Decamps.

Un événement déplorable est arrivé, le 2 février 1831, dans la concession houillère de Villards, département de la Loire. Une masse d'eau considérable, contenue dans d'anciens travaux souterrains inconnus, fit subitement irruption dans la mine du Bois-Mouzeil. Au moment où les ouvriers se trouvaient dans leurs ateliers, seize d'entre eux n'eurent pas le temps de se sauver et furent enfermés dans l'exploitation.

Après cinq jours et cinq nuits des travaux les plus pénibles et les plus difficiles, huit de ces infortunés ont pu être arrachés à une mort qui paraissait certaine. Leur délivrance est due au zèle admirable et aux efforts réunis des ingénieurs, des élèves de l'École des mineurs, des directeurs et ouvriers des mines voisines, enfin de toute la population de Saint-Étienne et des communes environnantes.

MM. les ingénieurs Delsériès et Gervoy ont reçu la récompense de leur dévouement dans la décoration de la Légion d'honneur, qui leur a été accordée par Sa Majesté, sur le rapport de M. le ministre du commerce et des travaux publics, et d'après la demande de M. le directeur général des ponts-et-chaussées et des mines. En outre, le ministre, sur la proposition du directeur général, a décidé qu'il serait décerné deux médailles d'or et vingt et une médailles d'argent aux personnes ci-après nommées qui, d'après l'avis de la commission spéciale instituée par M. le préfet, ont

paru présenter le plus de titres à cette honorable distinction.

## MÉDAILLES D'OR.

M. l'abbé Bonnefoy (Louis), desservant à Villards, dont la conduite apostolique est digne d'éloges, et dont le dévouement, dans cette circonstance, a été l'objet de l'admiration générale.

M. Soviche (Joseph), docteur en médecine de la faculté de Montpellier, chirurgien en chef des hôpitaux de la ville de Saint-Etienne. Son zèle ne s'est pas démenti un instant. Ses soins assidus et les sages dispositions qu'il a prescrites ont puissamment contribué au salut des pauvres mineurs, lorsqu'ils ont été ramenés au jour.

## MÉDAILLES D'ARGENT.

MM. Aubert, directeur de la mine de la Béraudière ;  
 Dyèvre, *id.* de Monteil ;  
 Harmet, *id.* de Méons ;  
 Pinmartin, *id.* de la Chana ;  
 Vachier, *id.* du Soleil ;  
 Wéry (E.), *id.* du Treuil ;  
 Dumas (Antoine), l'une des victimes, qui s'est empressé de partager les vivres qu'il avait apportés pour son repas, avec ses sept compagnons d'infortune. Il s'est, en outre, dépouillé d'une partie de ses vêtements pour garantir du froid l'un d'eux, dont la veste avait été entraînée par les eaux ;  
 Berger dit Fabre (Jean), ouvrier de la mine de la Roche ;  
 Bertheas (François), ouvrier du quartier Gaillard ;  
 Clapeyron dit la Gabiole (Pierre), ouvrier de Méons ;  
 Foréal (Jean-Baptiste), ouvrier du Treuil ;  
 Ferraton (Pierre), ouvrier de Béard-Bréchnac ;  
 Fond, ouvrier de Roche-la-Molière ;

Fontvieil (Antoine), ouvrier du Cros ;  
 Gral dit l'Empereur (Jean), ouvrier du Cros ;  
 Grégoire (Claude), ouvrier de Béard-Didier ;  
 Jourjon (Guillaume), ouvrier de Béard-Berton ;  
 Magan (Etienne), ouvrier de Villards ;  
 Paulet (Jean-Pierre), ouvrier de Méons ;  
 Réocreux (Jean), ouvrier de la Bérandière ;  
 Vialas (Louis).

Le 24 octobre 1831, un incendie a éclaté dans les mines de houille du Reclus, concession du même nom, département de la Loire. Neuf ouvriers, restés renfermés dans une galerie, ont péri asphyxiés, malgré tout ce qu'on a tenté pour les sauver.

M. l'ingénieur des mines Delsériès a donné, dans cette triste circonstance, une nouvelle preuve de courageux dévouement qu'il avait déjà montré lors de l'événement des mines du Bois-Mouzeil, et qui lui a fait obtenir la croix de la Légion d'honneur.

D'autres personnes ont aussi déployé le plus grand zèle : M. Jean-Baptiste Saboulay, gouverneur de la mine du Reclus, et M. Antoine Voëva, garde-mines, se sont plus particulièrement distingués par leur intelligence et l'intrépidité avec laquelle ils se sont livrés à des travaux pleins de danger dans les galeries voisines de l'incendie. La belle conduite de ces deux généreux citoyens a reçu la récompense qu'elle méritait : M. le ministre du commerce et des travaux publics, à qui il en a été rendu compte, a décidé qu'une médaille d'argent serait décernée à chacun d'eux.

Le 2 février 1832, l'une des galeries de la mine du Gour-Marin, département de la Loire, s'écroula subitement et enveloppa sous ses ruines les nommés Grégoire et Bonnard. Leurs camarades s'épuisaient en de vains efforts pour parvenir jusqu'à eux. Les décombres qui s'accumulaient sur une vaste étendue les séparaient de plus en plus des secours qu'on tentait de leur porter et faisaient perdre presque tout espoir de les sauver.

MM. Delsériès et Gervoy, ingénieurs des mines, accoururent en toute hâte, dès qu'ils furent informés de l'événement. Ils descendirent dans la mine et se mirent à la tête des travaux. Leur présence, leurs conseils augmentaient la confiance et l'ardeur.

Cependant de graves dangers menaçaient les travailleurs. On était sur un sol qui s'ébranlait et qui, à chaque moment, était prêt à s'entr'ouvrir. La deuxième nuit, depuis le commencement du désastre, un éboulement assez considérable vint inspirer des inquiétudes plus vives sur le sort des prisonniers. MM. les ingénieurs soutiennent le zèle des ouvriers; ils excitent leur énergie en maintenant parmi eux l'espoir du succès.

Enfin, dans la nuit du 5 février, sur les quatre heures du matin, un coup de pic résonne dans le vide : deux voix répondent..... On se figure la joie de tous : les malheureux Grégoire et Bonnard vont être rendus à la vie.

D'autres périls restaient encore à affronter. On s'y jette avec intrépidité. On arrive près des prisonniers, et on réussit à les sortir de leur tombeau. Il était alors dix heures un quart. Ces infortunés étaient restés jusqu'à ce moment sans

nourriture, depuis le 1<sup>er</sup> du mois, quatre heures du soir, qu'ils étaient entrés dans la mine.

Sans parler de la belle conduite de MM. les ingénieurs dans ces tristes circonstances, un employé de l'exploitation du Gour-Marin s'est particulièrement fait remarquer par son courage et son dévouement : c'est le sieur Desormes, gouverneur de la mine. Aussi M. le ministre du commerce et des travaux publics a décidé qu'une médaille d'honneur serait décernée à ce généreux citoyen.

Le 10 avril 1834, un dégagement de gaz hydrogène, occasionné par un éboulement récent dans d'anciennes galeries incendiées, eut lieu pendant la nuit dans l'une des mines de la concession de Bérard, département de la Loire. Deux ouvriers qui étaient occupés à travailler sans relâche pour arrêter cet éboulement furent subitement enveloppés par l'air vicié; ils tentèrent vainement de s'enfuir et restèrent asphyxiés.

Un mineur, le sieur Vidal Vaché, qui se trouvait à l'orifice du puits, ayant entendu leurs cris, se hâta de descendre malgré tous les dangers qui résultaient de la présence du gaz, et fit de grands efforts pour les sauver.

M. le ministre de l'intérieur, à qui cet acte de dévouement a été signalé, a, par décision du 11 septembre 1834, arrêté qu'une médaille en argent serait décernée au sieur Vaché.

Un éboulement a eu lieu, le 18 décembre 1837,

dans les mines de fer de Rancié, département de l'Ariège.

Sept mineurs se sont trouvés enfermés sous les décombres. L'ingénieur des mines était absent pour le moment, retenu sur un autre point du département par les besoins de son service. Mais, grâce au concours et à l'empressement des autorités locales, au zèle et au dévouement du conducteur des travaux, M. Barbe, on a réussi à les sauver et l'on n'a eu à déplorer parmi eux aucun malheur.

Chacun a fait son devoir dans cette triste conjoncture, qui pouvait avoir des suites si funestes.

Deux jeunes ouvriers, Pierre et Pascal Sabardu, dont l'un avait à peine douze ans et l'autre n'avait pas plus de seize ans, ont fait preuve d'un courage, d'une énergie rares pour leur âge. Surpris par l'éboulement avec les cinq autres mineurs, ils ont constamment travaillé, pendant les six heures qu'a duré cette cruelle position, à délivrer leurs compagnons d'infortune, enfermés dans les éboulis jusqu'à la moitié du corps. Le plus jeune de ces deux frères, Pierre Sabardu, a particulièrement montré une présence d'esprit étonnante. Il encourageait ses camarades, il s'efforçait de les préserver contre la chute des pierres et des terres qui les menaçaient. Il s'est mis à boucher les fissures par où tombaient sur eux les décombres qui auraient achevé de les accabler. Ensuite il a bâti une petite muraille qui devait faciliter le déblaiement, et il a fait tout cela avec un sang-froid, une résolution vraiment admirables.

Le Roi, à qui il a été rendu compte de la belle conduite des frères Sabardu, a, par décision du

3 juin 1838, autorisé M. le ministre de l'intérieur à décerner à chacun d'eux une médaille d'honneur.

*Extrait d'un rapport présenté au roi le 5 janvier 1843 par M. le Ministre de l'intérieur, et approuvé le même jour par Sa Majesté, concernant divers actes de courage et de dévouement (Moniteur du 5 février 1843).*

... Le 2 février suivant (1842), un funeste événement est arrivé aux mines de houille de la Taupe, commune de Vergonghon, département de la Haute-Loire.

Un mineur, le sieur Maigne, se laissa tomber dans l'un des puits de cet établissement. Ce malheureux rencontre dans sa chute un échafaudage qu'on avait dressé à 160 mètres au-dessous du niveau du terrain pour effectuer des réparations, et où travaillaient deux autres mineurs, les sieurs Domas et Barthomeuf. Ebranlé par le poids du sieur Maigne, l'échafaud s'écroule, entraînant le sieur Domas. Quant à Barthomeuf, il saisit une planche et s'y tint suspendu pendant longtemps; mais enfin, épuisé de fatigue, il fut forcé de lâcher prise et de se laisser aller dans le puits dont la hauteur était encore de 24 mètres.

Les sieurs Maigne et Domas ont été retirés morts; Barthomeuf se serait infailliblement noyé sans les prompts secours que lui apporta le sieur Jalat (Jean), maître mineur, qui montra, en cette circonstance, autant de courage que d'humanité.

Ce brave citoyen, après avoir arraché à la mort une des trois victimes, ne voulut pas quitter le

lieu de cette triste scène qu'il n'eût retrouvé les corps des deux autres; résultat qu'il n'obtint qu'en épuisant l'eau.

D'après l'exposé qui précède, j'ai l'honneur de vous demander, Sire, l'autorisation de décerner, au nom de Votre Majesté, une médaille d'honneur en argent au sieur Jalat.

*Extrait d'un rapport présenté au roi, le 9 août 1843, par M. le ministre de l'intérieur et approuvé par S. M., concernant les actes de courage et de dévouement signalés à l'administration depuis le 5 janvier précédent (Moniteur du 1<sup>er</sup> novembre 1843).*

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE DES FAITS.	MÉDAILLES	
			en argent.	en or.
<b>LOIRE.</b>				
WINDERMENDEL (Georges), sous-directeur de la concession des mines houillères de Firminy et Roche-la-Mo- lière.	Chambon, 27 juin 1842.	Un ouvrier se noyait dans le puits d'une mine, en présence de ses camarades retenus par le danger. Le sieur Windermendel s'est précipité dans le puits pour secourir la victime. Ce ne fut qu'après avoir lutté avec énergie contre le péril qu'il put retirer l'ouvrier de l'abîme. Déjà, en 1841, à l'occasion d'un incendie au lieu dit de la Renaudière, ce généreux citoyen avait également montré un courage digne d'éloges.	classe.	
			1 <sup>re</sup>	

Extrait d'un rapport présenté au roi, le 31 janvier 1844, par M. le ministre de l'intérieur et approuvé par S. M., concernant les actes de courage et de dévouement signalés à l'administration depuis le 9 août 1843 (Moniteur du 29 avril 1844).

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE DES FAITS.	MÉDAILLES	
			en argent.	en or.
<b>GARD.</b>				
classes.				
CAMP MARTIN, (Jean-François), meunier et caporal des sapeurs-pom- piers.	Barjac, 31 août 1843.	Un ouvrier des mines de houille de la concession de Barjac était asphyxié dans un puits d'une profondeur d'environ 15 mètres; un habitant de cette commune descendit pour le secourir et perdit connaissance en arrivant au fond du puits. Peu d'instant après, le sieur Campmartin n'hésita pas à s'exposer au même danger, et parvint, après de grands efforts, à sauver les deux victimes.	2 <sup>e</sup>	
<b>LOIRE-INFÉRIEURE.</b>				
MENORET, mineur.	Montrelais, 27 octobre 1843.	Trois ouvriers mineurs avaient été entraînés dans la chute du boisage d'un puits en réparation; ces malheureux étaient emprisonnés à une profondeur de 12 à 15 mètres, au milieu des débris, sur un barrage qui était formé au-dessous de l'éboulement. Le sieur Menoret n'hésita pas, malgré le danger imminent d'un nouvel accident, à se faire descendre dans le puits, et parvint, au bout d'une heure d'un travail périlleux, à sauver deux des ouvriers. Le troisième avait été tué sur la place. Il y a quelques années, Menoret a montré le même dévouement pour secourir un de ses camarades tombé asphyxié dans un puits.	1 <sup>re</sup>	

Extrait d'un rapport présenté au roi, le 29 août 1844, par M. le ministre de l'intérieur et approuvé le même jour, concernant les actes de courage et de dévouement signalés à l'administration depuis le 31 janvier jusqu'au 9 août 1844 (Moniteur du 11 novembre 1844).

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE DES FAITS.	MÉDAILLES	
			en argent.	en or.
<b>LOIRET.</b>				
classes.				
STOMPHE (Eug.), conducteur de travaux pu- blics.	Coullons, janvier 1835.	Pendant trois jours a travaillé avec zèle et intrépidité pour délivrer deux ouvriers ensevelis sous les décombres d'un puits.	2 <sup>e</sup>	
<b>SEINE.</b>				
Louis (Claude- Antoine), sergent au 3 <sup>e</sup> rég. du génie.	Gentilly, 28 mai 1844.	Ont fait preuve du plus grand dévouement et exposé leur vie, en travaillant à dégager neuf ouvriers ensevelis sous un éboulement dans une carrière, à Gentilly.	2 <sup>e</sup>	
LEDRU (Pierre), artificier au même corps.			2 <sup>e</sup>	

Extrait d'un rapport présenté au roi, le 31 janvier 1845, par M. le ministre de l'intérieur, et approuvé par S. M., concernant les actes de courage et de dévouement signalés à l'administration depuis le 9 août 1844 (Moniteur du 5 mai 1845).

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE DES FAITS.	MÉDAILLES	
			en argent.	en or.
<b>SEINE.</b>				
			classes.	
DELADERRIÈRE (Alphonse-Pascal), sergent au 3 <sup>e</sup> régiment du génie.	Arcueil, 5 octobre 1844.	Lors d'un éboulement qui a eu lieu dans une carrière, ce brave militaire s'est fait descendre plusieurs fois dans le puits pour retirer un malheureux ouvrier enfoui sous les décombres, et a contribué, par son zèle, à préserver de tout accident les travailleurs employés sur ce point.	2 <sup>e</sup>	

Extrait d'un rapport présenté au roi, le 9 août 1845, par M. le ministre de l'intérieur et approuvé par S. M., concernant les actes de courage et de dévouement signalés à l'administration depuis le 31 janvier précédent (Moniteur du 8 novembre 1845).

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE DES FAITS.	MÉDAILLES	
			en argent.	en or.
<b>EURE.</b>				
			classes.	
PICHON père, maçon.	Louviers, janvier 1845.	Tous ont fait preuve d'un entier dévouement et d'une rare intelligence dans les travaux entrepris pour sauver deux hommes enfouis sous l'éboulement d'un puits à Louviers. Le sieur Pichon, en particulier, a déjà donné, lors de plusieurs incendies, la preuve d'une intrépidité extraordinaire. Il est père de cinq enfants, qu'il élève dans les mêmes principes de dévouement à ses semblables.	1 <sup>re</sup>	
MARCH(Thomas), ouvrier mineur.			2 <sup>e</sup>	
MICKAIR, maçon.			2 <sup>e</sup>	
MIRLASZEWSKI (Joseph), réfugié polonais.			2 <sup>e</sup>	

Extrait d'un rapport présenté au roi, le 31 janvier 1846, par M. le ministre de l'intérieur et approuvé par S. M., concernant les actes de courage et de dévouement signalés à l'administration depuis le 9 août 1845 (Moniteur du 11 mai 1846).

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE DES FAITS.	MÉDAILLES	
			en argent.	en or.
<b>CHER.</b>				
			classes.	
SIGNORET, conducteur des ponts-et-chaus- sées.	Sancoins, 22 août 1845.	A fait preuve d'un grand dévouement pour retirer d'une fouille un ouvrier qui s'y trouvait enseveli par suite d'un éboulement.	2 <sup>e</sup>	
<b>HAUTE-LOIRE.</b>				
Louis, directeur de la mine.	Barthes, 29 mai 1845.	Courage et dévouement pour sauver un ouvrier mineur enseveli sous un éboulement.	2 <sup>e</sup>	
DORLHAC, préposé à l'ex- ploitation.			2 <sup>e</sup>	
CHAUVASSAIGNE, maître mineur.			2 <sup>e</sup>	
SAMINN (Aloys), ingénieur.	Barthes, 2 décembre 1845.	Par suite d'une explosion de gaz hydrogène, un semblable éboulement est survenu dans la mine dite du Feu, concession de Barthes: le sieur Saminn a montré le même dévouement pour secourir quatre ouvriers qui malheureusement n'ont pu être retrouvés que longtemps après l'événement.	2 <sup>e</sup>	
<b>NORD.</b>				
UNIQUE (Louis- François-Désiré), domicilié à Lavergies (Aisne).	Montay, avril 1844.	A sauvé, au péril de sa vie, un ouvrier plâtrier qui avait été enseveli par un éboulement de marne, dans une carrière, à Montay, en avril 1844.	2 <sup>e</sup>	
<b>PUY-DE-DÔME.</b>				
BAJARD (Mathieu).	Lavernade, 16 mai 1845.	Un éboulement considérable a eu lieu, au mois de mai dernier, dans les mines de houille de Lavernade. Cinq ouvriers mineurs, ensevelis, ont été sauvés par une sorte de miracle, après dix jours de laborieux		2 <sup>e</sup>
MERCIER (Joseph).			2 <sup>e</sup>	

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE DES FAITS.	MÉDAILLES	
			en argent.	en or.
<b>PUY-DE-DOME (suite).</b>				
MEUNIER (Philibert),		efforts, grâce à l'habileté avec laquelle les secours ont été dirigés par les ingénieurs des mines, et au zèle qu'ont déployé toutes les personnes qui sont venues prêter leur utile concours.	classes. 2 <sup>e</sup>	
MICHARD (Jean), tous quatre ouvriers aux mines de Commentry.	Lavernade, 16 mai 1845.	Parmi les ouvriers qui ont pris part au sauvetage, on signale en première ligne le sieur Bajard (Mathieu), des mines de Commentry, qui a rempli avec une rare intelligence et beaucoup de courage les fonctions de maître mineur pendant tout le temps qu'ont dure les fouilles. On cite comme s'étant aussi particulièrement fait remarquer les nommés Mercier (Joseph), Meunier (Philibert), Michard (Jean) et Groslin (Jean), qui se sont exposés à de graves dangers pour délivrer leurs camarades.	2 <sup>e</sup>	
GROSLIN (Jean), de la commune de Saint-Eloy.			2 <sup>e</sup>	
<b>VOSGES.</b>				
MONTÉMONT (Quirin), cultivateur.	Rupt, 25 avril 1839, 20 et 22 décembre 1845.	Le sieur Montémont a fait preuve d'un rare dévouement dans les circonstances suivantes : En 1839, il a sauvé la vie au nommé Perrin, ouvrier mineur, qui s'était laissé prendre sous un énorme bloc de rocher dans une carrière isolée située au haut de la montagne de Bélué. Le 20 décembre dernier, une femme était tombée dans le canal de la fabrique de Saulx; elle aurait infailliblement péri sans le secours de ce citoyen. Deux jours après, il a arraché à une mort certaine un homme qui s'était jeté dans un gouffre de la Moselle. Pour arriver jusqu'à la victime, Montémont qui ne sait pas nager, s'est fait passer une corde autour du corps, puis suspendu au-dessus du gouffre devant un rocher escarpé de 6 à 7 mètres de hauteur, et ainsi soutenu par des personnes qui étaient accourues avec lui, il est allé chercher l'individu, qui, en tombant du haut de ce précipice, avait pu se retenir à la surface de l'eau par une branche d'arbre à laquelle il se tenait suspendu par le bras.	1 <sup>re</sup>	

*Extrait d'un rapport présenté au roi, le 9 août 1846, par M. le ministre de l'intérieur et approuvé par S. M., concernant les actes de courage et de dévouement signalés à l'administration depuis le 31 janvier précédent (Moniteur du 31 décembre 1846).*

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE DES FAITS.	MÉDAILLES	
			en argent.	en or.
<b>NORD.</b>				
VANDEVOIR (Louis), ouvrier mineur.	Vicoigne, commune de Raismes, 16 juin 1846.	Lors de l'événement arrivé dans les mines de houille de Vicoigne, le nommé Vandevoir s'est signalé par un courageux dévouement en sauvant deux de ses camarades qui allaient périr au fond d'une fosse remplie de gaz délétère.	classe. 2 <sup>e</sup>	

Extrait du deuxième rapport présenté au roi, le 5 octobre 1847, par M. le ministre de l'intérieur et approuvé par S. M., concernant les actes de courage et de dévouement signalés depuis le 31 décembre 1846 (Moniteur du 29 octobre 1847).

NOMS, prénoms et qualités.	LIEUX et dates.	ANALYSE DES FAITS.	MÉDAILLES	
			en argent.	en or.
<b>CANTAL.</b>				
GAUTHIER, mineur.	Lioran, 14 août 1846.	La galerie de l'Alagnon a été le théâtre d'un accident très-grave, qui a entraîné la mort d'un mineur occupé aux travaux du percement du Lioran, route royale n° 126, et causé à deux autres ouvriers des blessures sérieuses. Les mineurs Gauthier et Guilloty ont montré un courage au-dessus de tout éloge pour délivrer un de leurs camarades menacé par un éboulement.	classes.	
			2 <sup>e</sup>	
GUILLOTY, mineur.			2 <sup>e</sup>	
<b>LOIRE.</b>				
CHEVALIER (André).	Firminy, 1845.	A différentes époques, ces chefs ouvriers ont fait preuve de courage et d'abnégation en exécutant des travaux de sauvetage à la suite d'accidents survenus dans les mines de la Loire et qui avaient compromis la vie de plusieurs ouvriers mineurs.	1 <sup>re</sup>	
FONTVIEILLE (Antoine).	14 juillet 1846.		1 <sup>re</sup>	
ALLARY (Jean-Claude).	Latour, 11 septem- bre 1846.		1 <sup>re</sup>	
Tous trois chefs ouvriers dans les mines.			2 <sup>e</sup>	
MEUNIER (Jean), boiseur.		Meunier et Fayol ont heureusement contribué à la délivrance de Jabrin, qu'un éboulement avait enfermé dans la galerie d'écoulement de Latour, où il opérât des réparations.	2 <sup>e</sup>	
FAYOL (Joseph), piqueur.			2 <sup>e</sup>	
GANDON (Louis),			1 <sup>re</sup>	
EYRAUD (Jean),	Gagne- Petit, 14 juillet 1846.	Ont arraché à une mort imminente deux ouvriers mineurs surpris par une inondation subite dans les mines du Gagne-Petit, où ils restèrent prisonniers pendant six jours.	1 <sup>re</sup>	
SAGE (Louis); chefs-ouvriers mineurs.			1 <sup>re</sup>	

## TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XII.

### MINÉRALOGIE ET GÉOLOGIE.

	Pag.
Études sur les glaciers du Nord et du centre de l'Europe; par M. J. Durocher, ingénieur des mines. . . . .	3
Historique des mines de Rive-de-Gier; par M. Meugy, ingénieur des mines. 1 <sup>re</sup> partie. . . . .	143
2 <sup>e</sup> partie. . . . .	395
3 <sup>e</sup> et dernière partie. . . . .	543
Mémoire sur la constitution minéralogique et chimique des roches des Vosges; par M. Achille Delesse, ingénieur des mines. . . . .	195
Id. (Suite). . . . .	283
Sur la houille récemment trouvée dans les marremmes de Toscane; extrait d'une notice de M. Pilla, par M. Frapoli. . . . .	361
Mémoire sur la christianite, nouvelle espèce minérale; par M. Descloizeaux. . . . .	373
Détermination des formes cristallines de la gehlénite; par M. Descloizeaux. . . . .	382
Notice sur le gisement et la cristallisation de la sodalite des environs de Naples; par M. A. Scacchi (traduit de l'italien, par M. A. Damour). . . . .	385

### MÉTALLURGIE ET MINÉRALURGIE.

Mémoire sur les fabriques d'acide sulfurique de Bohême; par M. Ludovic Ville, ingénieur des Mines. . . . .	569
--	-----

### MÉCANIQUE. — EXPLOITATION.

Des principes à suivre dans la poursuite des gîtes métallifères; par M. Pernolet. . . . .	307
Tome XII, 1847.	50

	Pag.
Notice sur la machine soufflante hydraulique à roue plongeante et aspirante de M. Lüders; par M. L. Frapoli. . . . .	391
Rapport sur l'explosion d'une locomotive dans la gare de Corbeil; par M. Bineau, ingénieur en chef des mines. . . . .	601
Rapport sur l'explosion d'une chaudière à vapeur, le 13 août 1847, dans les ateliers de M. Remery, à Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme); par M. Boileau, élève-ingénieur des mines. . . . .	609
Note sur un accident survenu, le 18 août 1846, au moulin à vapeur de Nicey, arrondissement de Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or); par M. Guillebot de Nerville, ingénieur des mines. . . . .	617
Rapport sur l'explosion d'une chaudière à vapeur arrivée, le 22 avril 1847, chez le sieur Stolz, rue Coquenard, n° 22. . . . .	621

## OBJETS DIVERS.

Accidents arrivés dans les mines. — Actes de courage et de dévouement. . . . .	749
--	-----

## ADMINISTRATION.

Jurisprudence des mines; par M. de Cheppe, maître des requêtes, chef de la division des mines. . . . .	655
Lois, ordonnances et décisions diverses concernant les mines, usines, etc., rendues pendant le 2 <sup>e</sup> semestre de 1847. . . . .	663
Circulaires adressées à MM. les préfets et à MM. les ingénieurs des mines. . . . .	715
Décisions sur le personnel des mines. . . . .	745

Table des matières contenues dans le tome XII de la 4 <sup>e</sup> série des Annales des mines. . . . .	767
Explication des planches contenues dans le tome XII. . . . .	769
Annonces d'ouvrages nouveaux concernant les mines, usines, etc., publiés en France et à l'étranger pendant le deuxième semestre de 1847. . . . .	j-α
Errata du tome XI. . . . .	xj

## PLANCHES JOINTES AU TOME XII

DE LA 3<sup>e</sup> SÉRIE DES ANNALES DES MINES.

	Pag.
<i>Pl. I. Glaciers du Nord et du centre de l'Europe. . . . .</i>	<i>3</i>
<i>Fig. 1. Plan des glaciers du Talèfre, du Léchaud et du Tacul. . . . .</i>	<i>19</i>
<i>Fig. 2. Plan du fond de la baie de la Madeleine. . . . .</i>	<i>30</i>
<i>Fig. 3. Vue de la baie de la Madeleine. . . . .</i>	<i>30</i>
<i>Fig. 4. Glacier du Snechattan. . . . .</i>	<i>45</i>
<i>Fig. 5. Vue de l'amphithéâtre de glaciers qui se trouve à l'extrémité du vallon de Berset, dans le Justedal. . . . .</i>	<i>67</i>
<i>Fig. 6. Vue de l'extrémité du glacier de Nygaard, prise du côté droit. . . . .</i>	<i>68</i>
<i>Fig. 7. Vue du glacier de Lodals, prise du bord du Storelv. . . . .</i>	<i>71</i>
<i>Fig. 8. Vue de deux moraines médianes du glacier de Lodals. . . . .</i>	<i>73</i>
<i>Fig. 9. Coupe du glacier de Lodals près de son extrémité. . . . .</i>	<i>73</i>
<i>Fig. 10. Vue des cônes de gravier et de cailloux situés sur le bord latéral du côté droit du glacier de Lodals. . . . .</i>	<i>74</i>
<i>Fig. 11. Disposition des bandes rubanées de glace bleue et blanche du glacier de Lodals. . . . .</i>	<i>94</i>
<i>Pl. II. Minéralogie chimique des Vosges. . . . .</i>	<i>195</i>
<i>Fig. 1. Porphyre à pâte vert-noirâtre présentant des cristaux de labrador maclés et diversement groupés, avec un peu d'augite noir; de Bellahy. . . . .</i>	<i>200</i>
<i>Fig. 2. Porphyre à pâte violacée, avec cristaux nettement formés de labrador verdâtre et un peu d'argile; du Puix. . . . .</i>	<i>201</i>
<i>Fig. 3. Porphyre à pâte vert-violacée avec cristaux de labrador, un peu d'augite et amygdaloïdes de quartz; du Puix. . . . .</i>	<i>201</i>
<i>Fig. 4. Porphyre avec augite et cristaux confus de labrador vert clair; de Plancher-les-Mines, à la planche des Belles-Filles. . . . .</i>	<i>212</i>
<i>Fig. 5. Amygdaloïdes formées de carbonate de chaux entouré de chlorite ferrugineuse; de Mielin. . . . .</i>	<i>222</i>
<i>Fig. 6. Amygdaloïdes avec couches concentriques de carbonate de chaux, d'épidote, de quartz et de chlorite ferrugineuse; de Mielin. . . . .</i>	<i>223</i>
<i>Fig. 7 et 8. Formes présentées par la base, dans le labrador de Typholms-Udden et de Sunderwald. . . . .</i>	<i>263 et 264</i>
<i>Fig. 9 et 10. Amygdaloïdes très-régulières à couches concentriques et alternantes de chlorite ferrugineuse présentant diverses nuances de vert avec quartz et chaux carbonatée; d'un porphyre du Rothliegende; de Planitz près Zwickau. . . . .</i>	<i>223</i>
<i>Fig. 11. Spillite-brèche à pâte verte avec fragments de couleur plus foncée, et un grand nombre de petites amygdaloïdes contenant de la chaux carbonatée et des zéolites; sur la route qui conduit aux Moltes, près de Faucogney. . . . .</i>	<i>244</i>
<i>Fig. 12. Porphyre vert antique avec cristaux de labrador maclés et groupés parallèlement ou en étoilles. . . . .</i>	<i>249</i>
<i>Fig. 13. Porphyre à pâte vert-grisâtre avec cristaux maclés de labrador; de Colmano (Tyrol). . . . .</i>	<i>257</i>

	Pag.
<i>Fig. 14.</i> Porphyre à pâte gris-rougeâtre renfermant de grands cristaux de labrador non maclés; de Typholms'-Udden. . . . .	262
<i>Fig. 15.</i> Porphyre avec cristaux maclés et groupés de feldspath vosgien et augite vert; de Haut-Rovillers; près de St-Bresson. . . . .	283
<i>Fig. 16.</i> Variété du porphyre précédent dans laquelle les cristaux sont moins nets et qui est imprégnée d'un peu d'épidote. . . . .	283
<b>Pl. III. Minéralogie et géologie.</b>	
<i>Fig. 1 à 6.</i> Formes cristallines de la christianite. . . . .	373
<i>Fig. 7 à 10.</i> Formes cristallines de la gehlénite. . . . .	382
<i>Fig. 11 à 14.</i> Formes cristallines de la sodalite des environs de Naples. . . . .	385
<i>Fig. 15.</i> Coupe géologique N.-S. du terrain houiller de Toscane passant par le puits de Monte-Massi. . . . .	364
<i>Fig. 16.</i> Coupe géologique E.-O. du terrain houiller de Toscane passant par le puits de Monte-Bamboli. . . . .	366
<b>Pl. IV. Machine soufflante hydraulique à roue plongeante et aspirante de M. Lüders. . . . .</b>	<b>391</b>
<b>Pl. V. Fabrication de l'acide sulfurique fumant en Bohême. . . . .</b>	<b>569 et 580</b>
<i>Fig. 1 à 6.</i> Disposition des chaudières en plomb employées à Weissgrün pour la concentration des eaux de lessivage. . . . .	585
<i>Fig. 7 et 8.</i> Plaque en fonte sur laquelle on achève la dessiccation du vitriolstein, à Weissgrün. . . . .	587
<i>Fig. 9 et 10.</i> Plan et coupe de l'usine de Hromitz. . . . .	589
<i>Fig. 11 et 12.</i> Chaudière en plomb employée à Hromitz pour la concentration des eaux de lessivage. . . . .	589
<i>Fig. 13 et 14.</i> Fourneau à réverbère employé à Hromitz pour achever la dessiccation du vitriolstein. . . . .	590
<i>Fig. 15 et 16.</i> Fourneau à réverbère essayé à Hromitz pour la concentration des eaux de lessivage. . . . .	591
<i>Fig. 17 à 20.</i> Four de distillation employé à Radnitz pour la fabrication de l'acide sulfurique fumant. . . . .	592
<b>Pl. VI. Explosion de la locomotive le Smeaton dans la gare de Corbeil, le 30 mars 1846. . . . .</b>	<b>601</b>
<b>Pl. VII. Explosions de chaudières à vapeur.</b>	
<i>Fig. 1 à 5.</i> Explosion d'une chaudière à vapeur dans les ateliers de M. Remery, à Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme). . . . .	609
<i>Fig. 6 à 10.</i> Explosion d'une chaudière à vapeur au moulin de Nicey, arrondissement de Châtillon-sur-Seine (Côte-d'Or). . . . .	617
<i>Fig. 11.</i> Explosion d'une chaudière à vapeur, chez le sieur Stoltz, rue Coquenard, n° 22. . . . .	621
<b>Pl. VIII. Manomètres divers applicable aux chaudières des machines locomotives. . . . .</b>	<b>717</b>

FIN DU TOME XII.

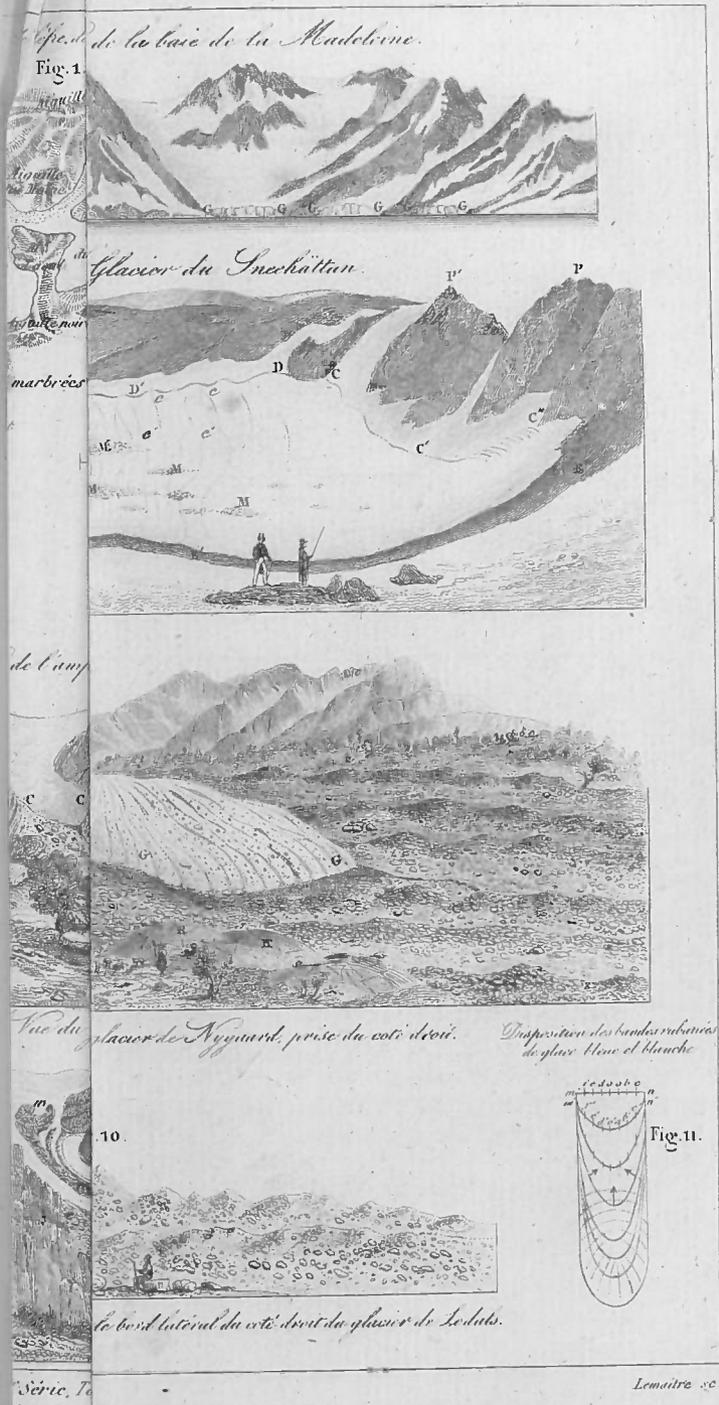




Fig. 11.

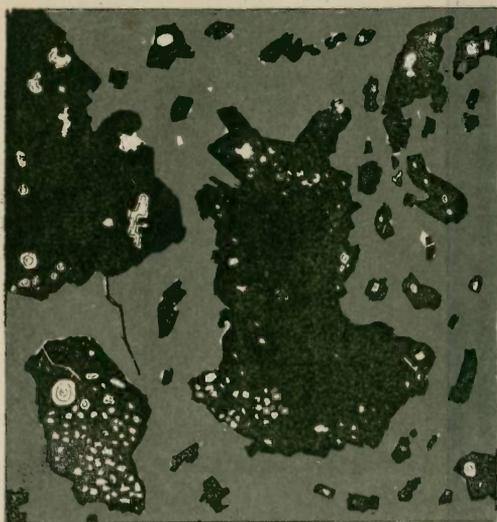


Fig. 19.



Fig. 15.

Fig. 14.

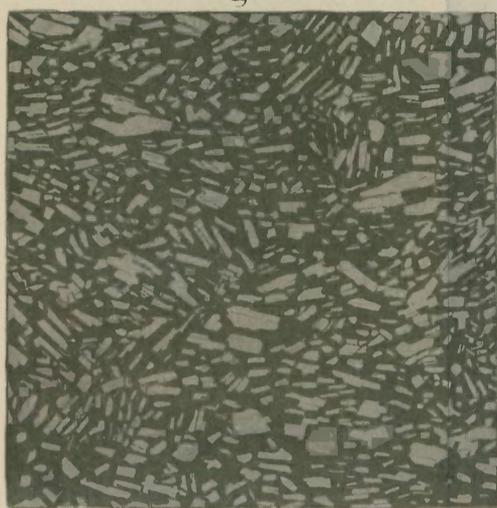


Fig. 13.

Fig. 16.

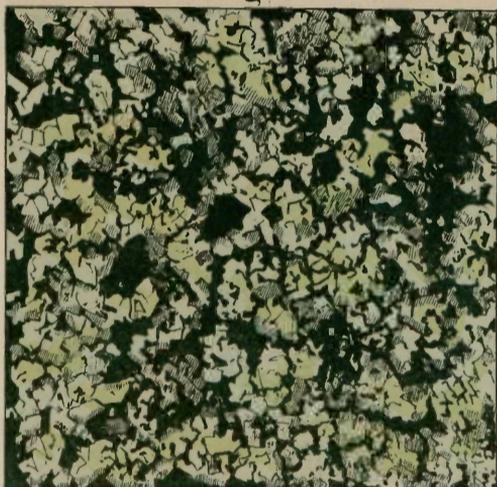
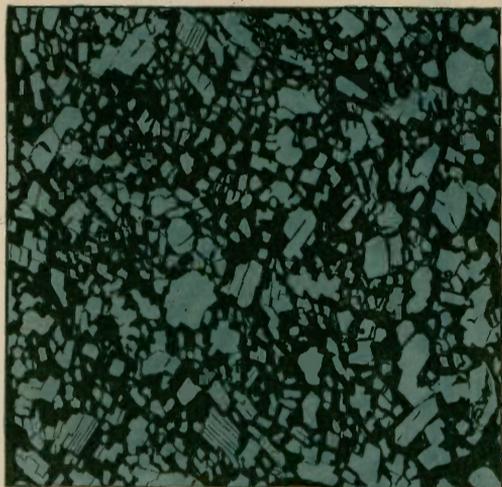


Fig. 2.

Fig. 4.

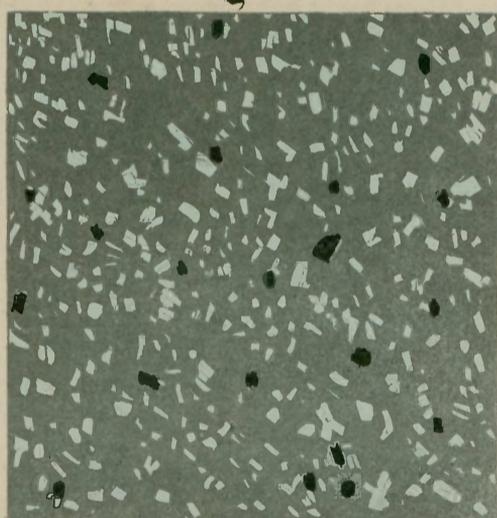
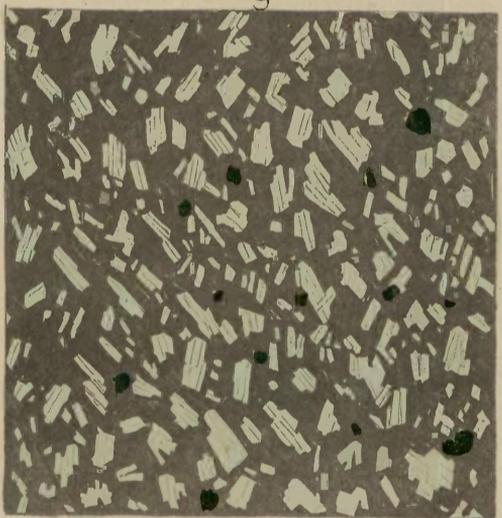


Fig. 1.

Fig. 3.



Fig. 7.

Fig. 6.

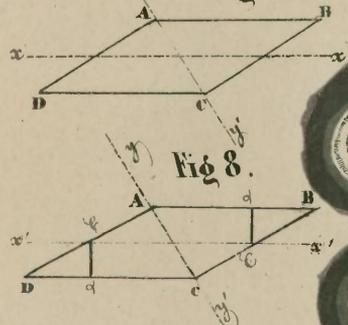
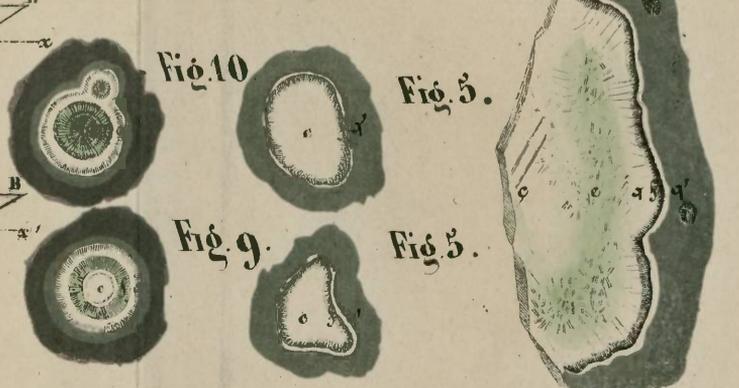


Fig. 10.

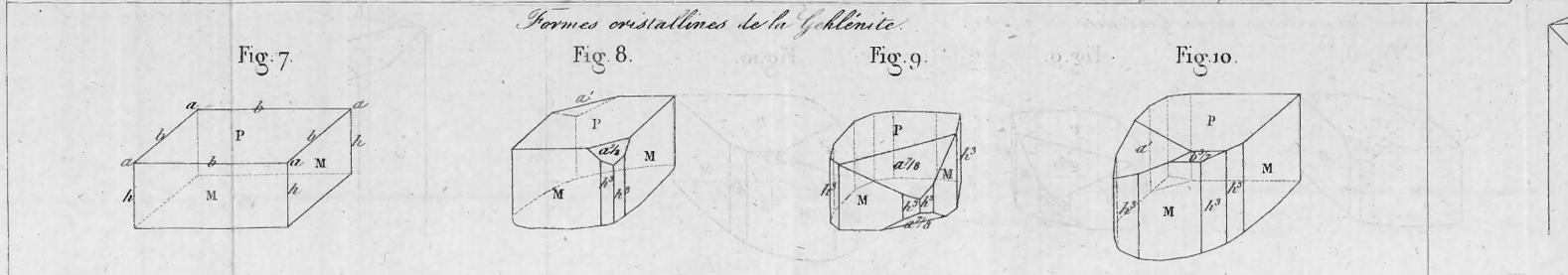
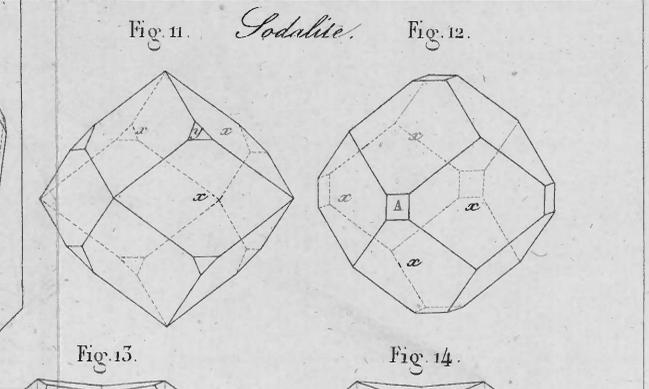
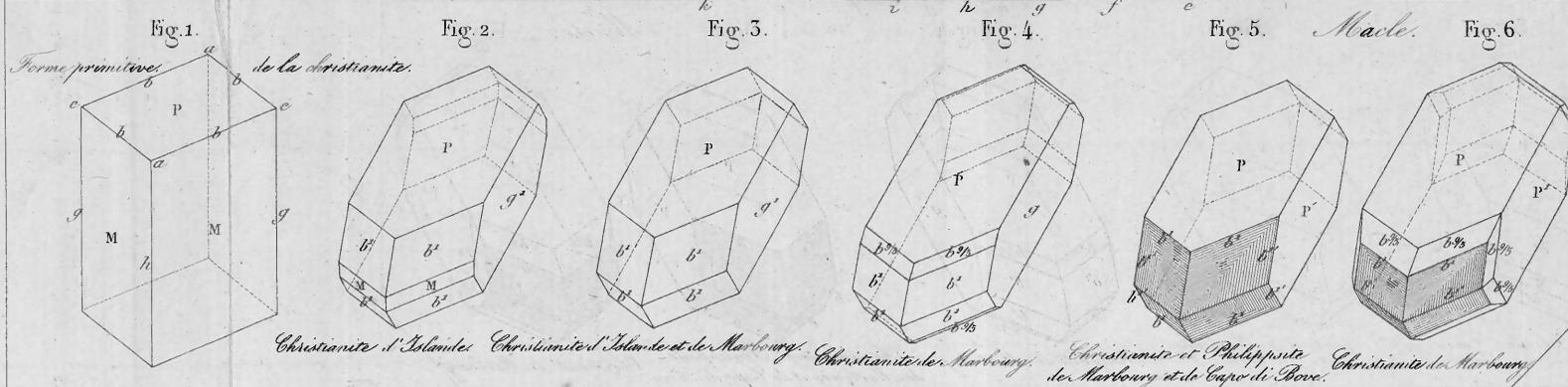
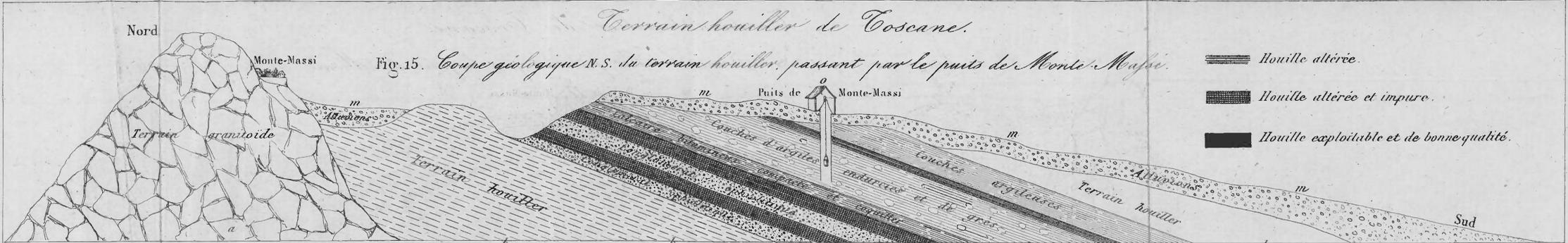
Fig. 5.

Fig. 9.

Fig. 5.



W. Brunnand Del.



*Machine soufflante hydraulique à roue plongeante et aspirante de M. Lülars.*

Fig. 1.  
*Coupe verticale suivant c d*  
*(Fig 2 et 4)*

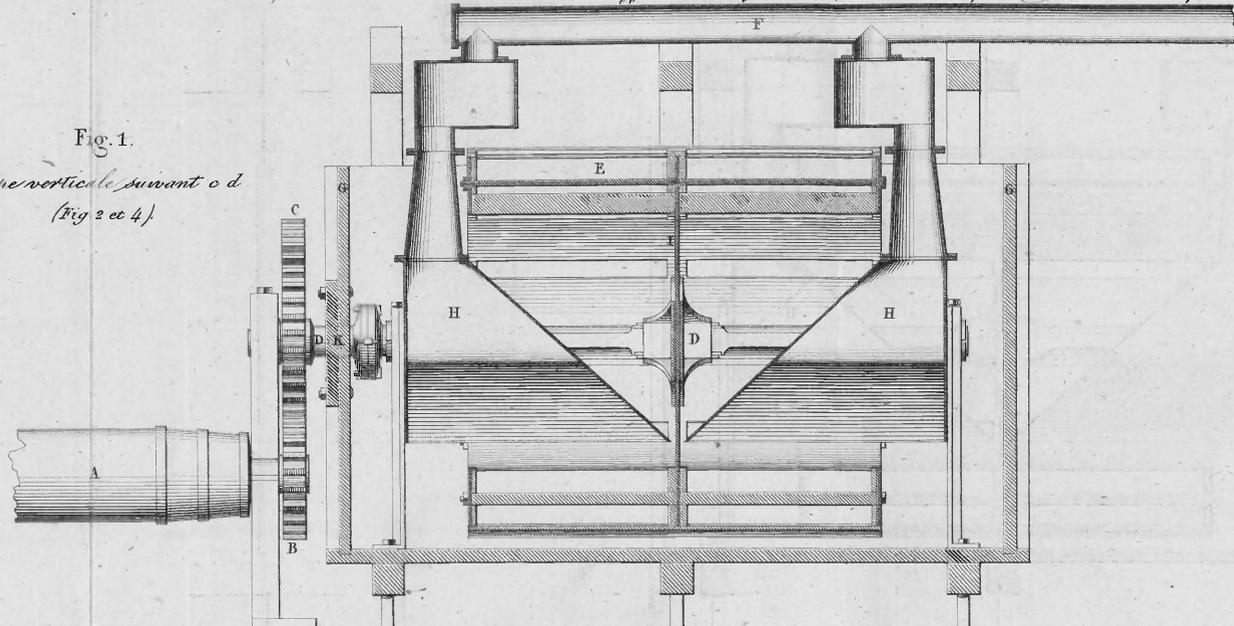


Fig. 3.  
*Elevation suivant e f*  
*(Fig. 2)*

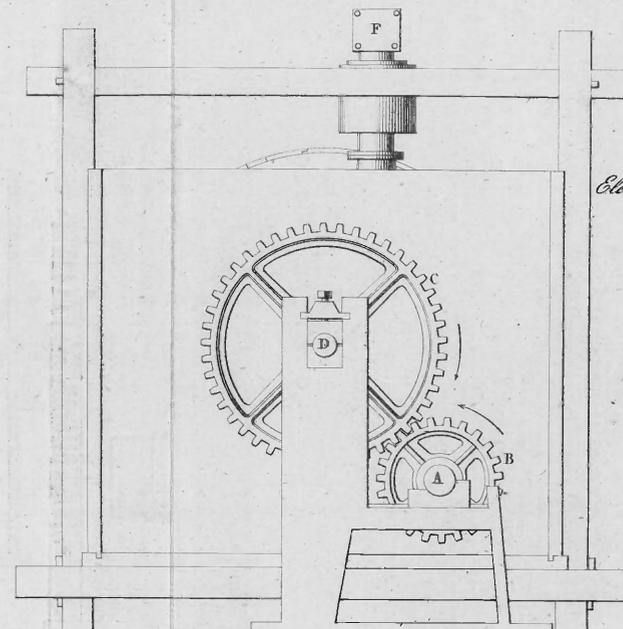


Fig. 2.  
*Plan de la machine soufflante.*

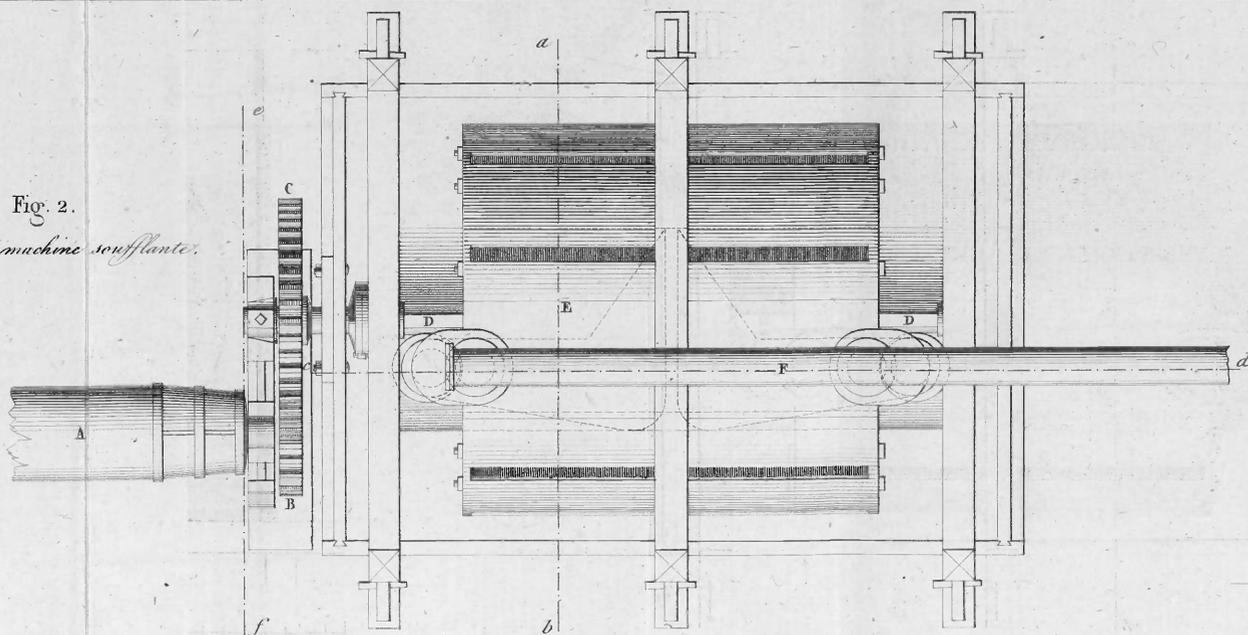
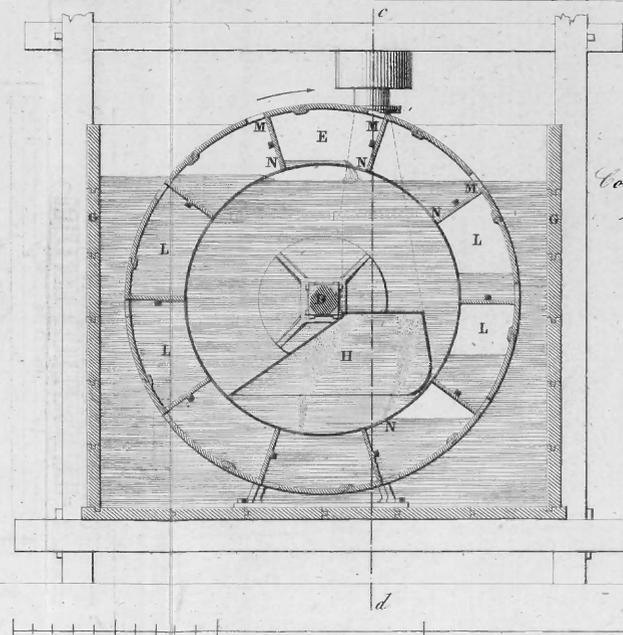
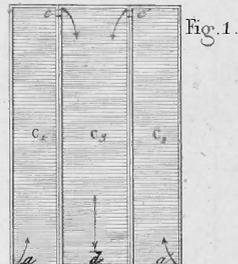


Fig. 4.  
*Coupe verticale*  
*suivant a b*  
*(Fig. 2)*

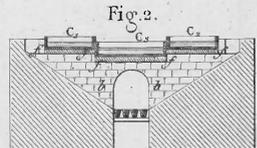


0 2 2 3 mètres.

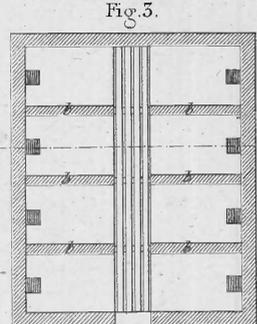
Fig. 4 à 6. Chaudières en plomb employées à Weisgrün pour la concentration des eaux de lessivage.



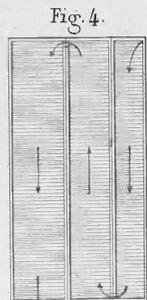
1<sup>er</sup> Système. Vue en dessus des Chaudières.



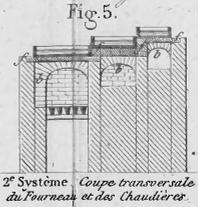
1<sup>er</sup> Système. Coupe transversale du Fourneau et des Chaudières.



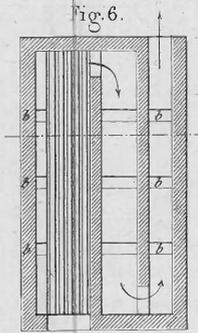
1<sup>er</sup> Système. Plan du Fourneau, les Chaudières étant enlevées.



2<sup>e</sup> Système. Vue en dessus des Chaudières.

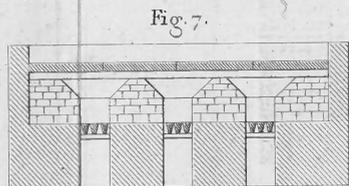


2<sup>e</sup> Système. Coupe transversale du Fourneau et des Chaudières.

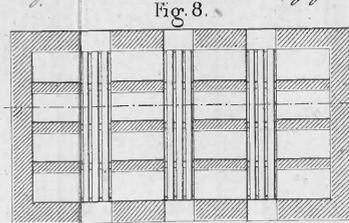


2<sup>e</sup> Système. Plan du Fourneau, les Chaudières étant enlevées.

Coupe transversale du Fourneau et de la plaque en fonte.



Plaque en fonte sur laquelle on achève la dépression du vitriol blanc, à Weisgrün.



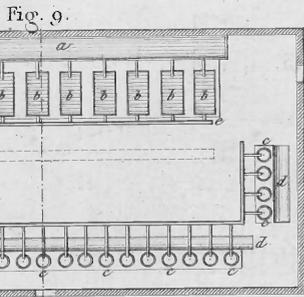
Plan du Fourneau, la plaque de fonte étant enlevée.

Echelle des Fig. 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 11, 12, 13, 14, 15 et 16 de 0,01 pour mètre.

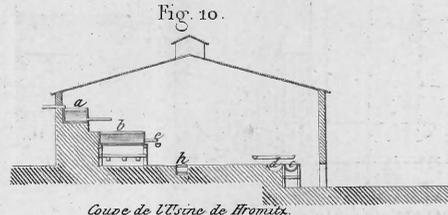
Echelle des Fig. 9 et 10 de 0,002 pour mètre.

Echelle des Fig. 17, 18, 19 et 20 de 0,002 pour mètre.

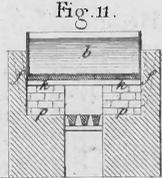
Fabrication de l'acide sulfurique fumant en Bohême.



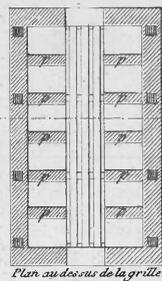
Plan de l'Usine de Hornitz.



Coupe de l'Usine de Hornitz.

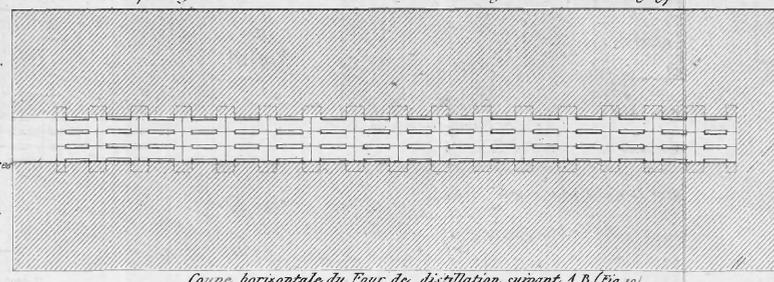


Coupe transversale. Chaudière en plomb employée à Hornitz pour la concentration des eaux de lessivage.



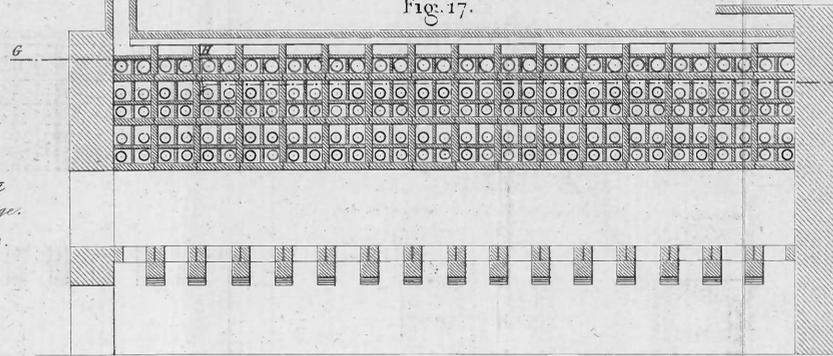
Plan au dessus de la grille.

Fig. 18.



Coupe horizontale du Four de distillation suivant A B (Fig. 19).

Coupe longitudinale du Four de distillation suivant la ligne brisée CDEF. (Fig. 19).



Plan du Fourneau à réverbère employé à Hornitz pour achever la dessiccation du Vitriol blanc.

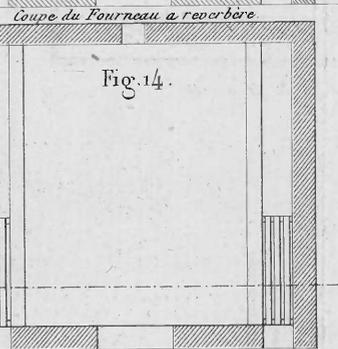


Fig. 14.

Coupe du Fourneau à réverbère.

Fig. 13.

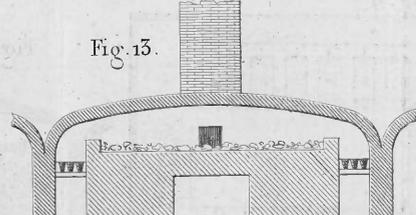
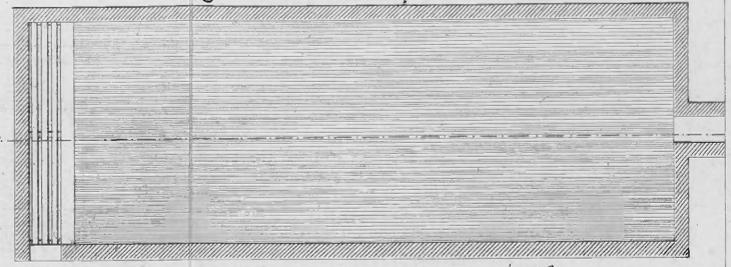
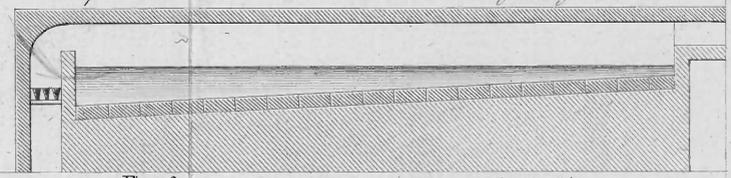


Fig. 15. Plan du Fourneau à réverbère.



Fourneau à réverbère essayé à Hornitz pour la concentration des eaux de lessivage.

Fig. 16. Coupe longitudinale du Fourneau à réverbère.



Coupe transversale du four de distillation employé à Hornitz pour la fabrication de l'acide sulfurique fumant.

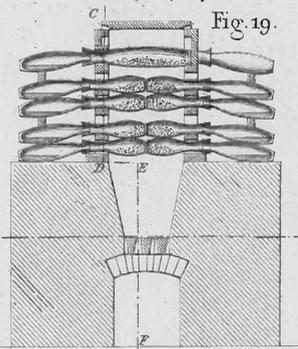


Fig. 19.

Coupe horizontale suivant la ligne brisée GHIK (Fig. 19).

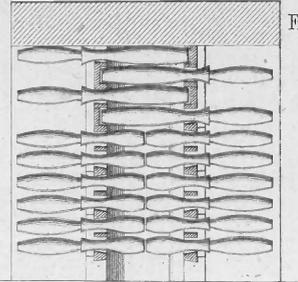


Fig. 20.

*Explosion de la Locomotive le Smeaton, dans la gare de Corbeil, le 30 Mars 1846.*

Fig. 1. *Élévation de la Locomotive après l'explosion, suivant A B. (Fig. 3).*

Coté gauche.

Fig. 2. *Élévation de la boîte à feu après l'explosion, suivant C D. (Fig. 3).*

Coté droit.

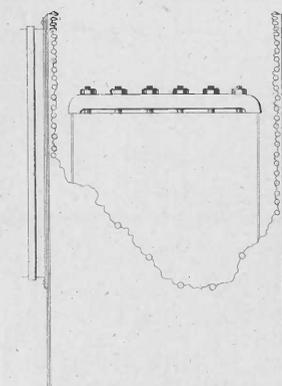
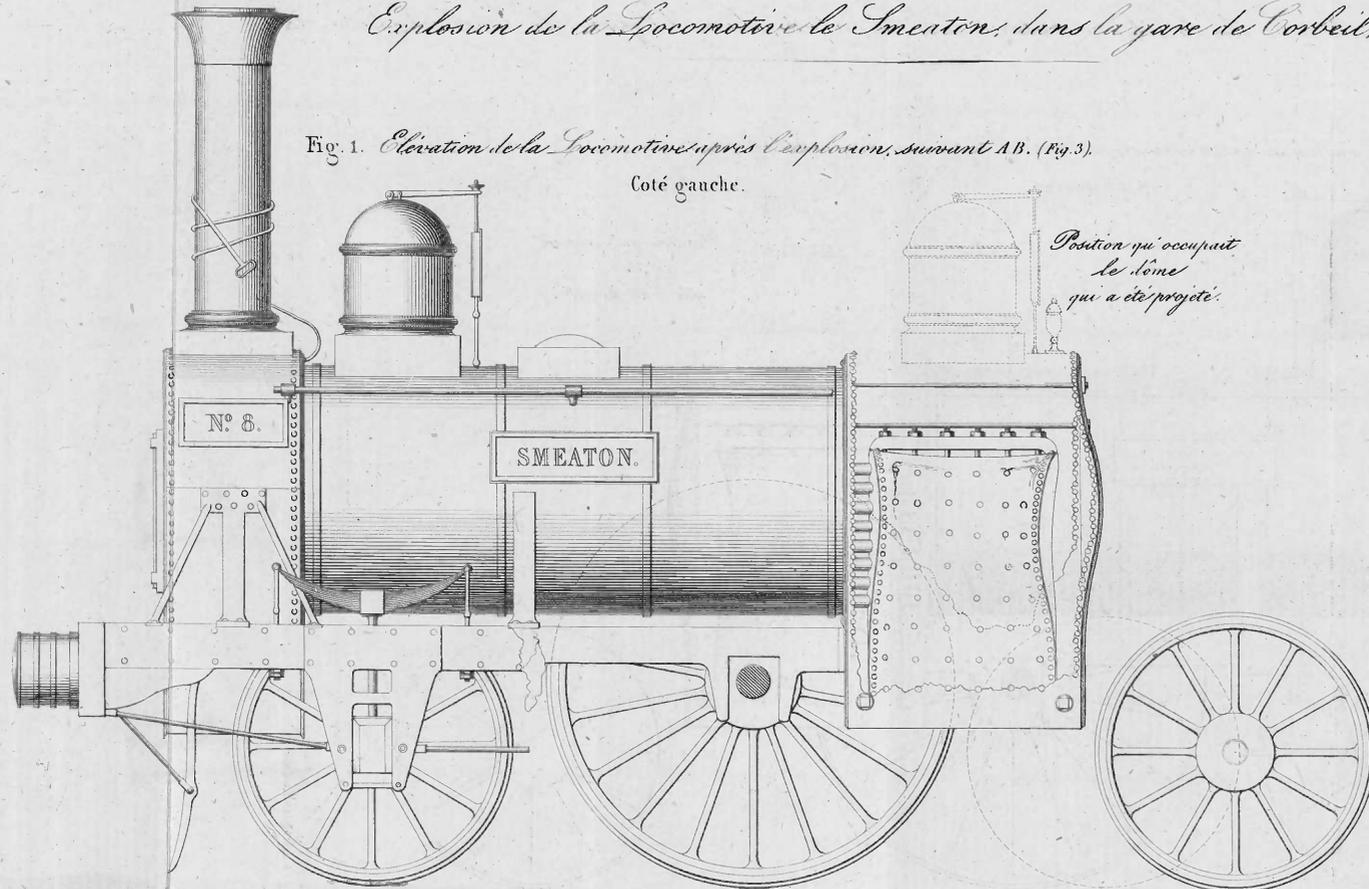
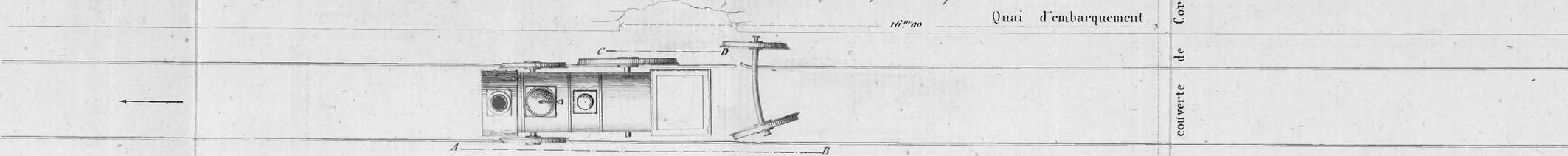
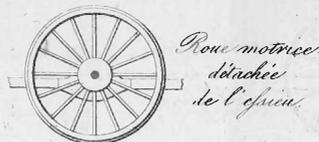


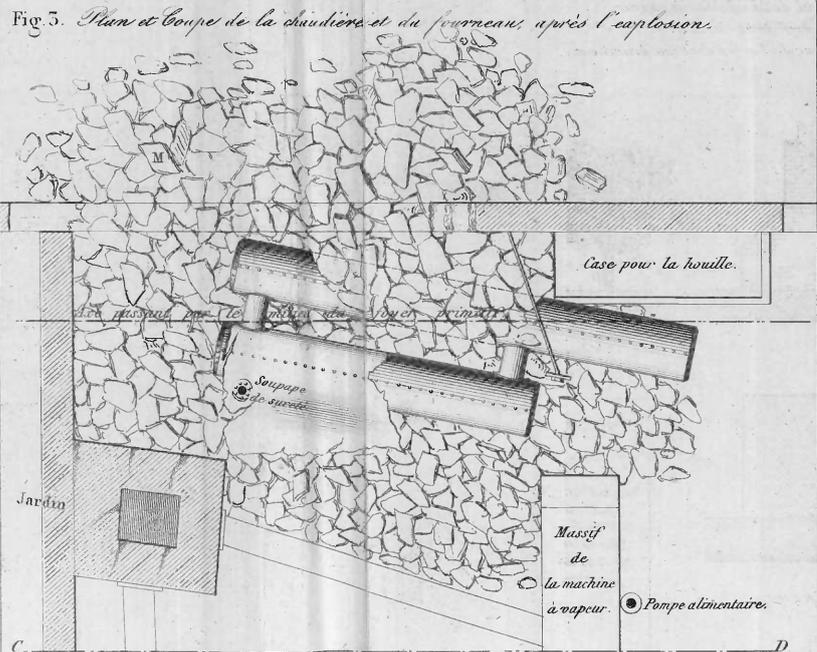
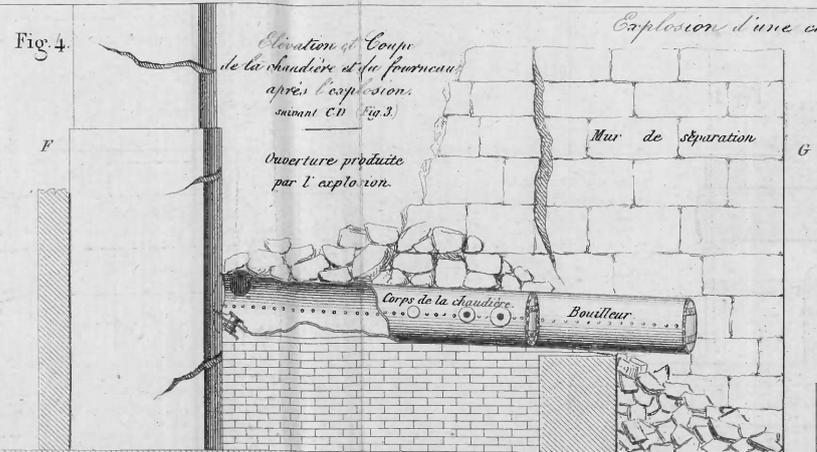
Fig. 3. *Projection horizontale de la Locomotive et de la Voie de fer, après l'explosion.*



Echelle de 0<sup>m</sup>.010 pour mètres, pour la Fig. 3.  
0 1 2 3 4 5 6 7 8 mètres.



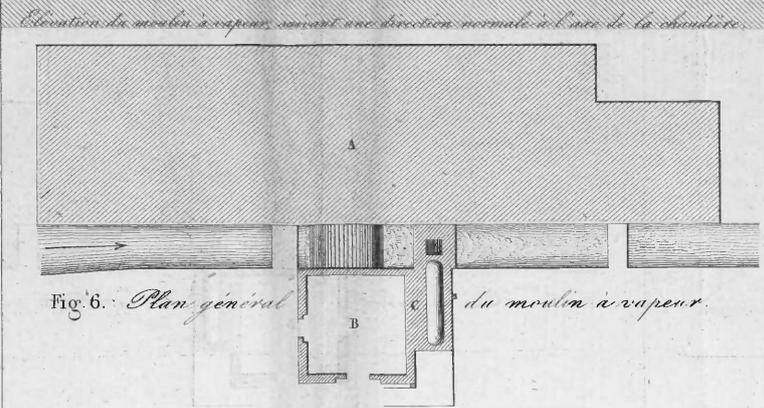
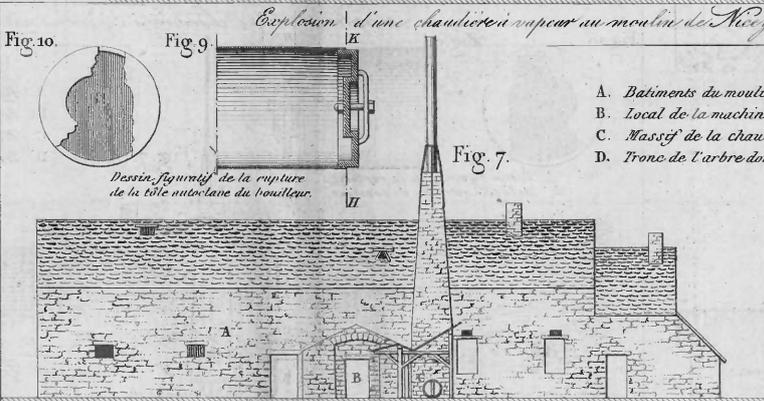
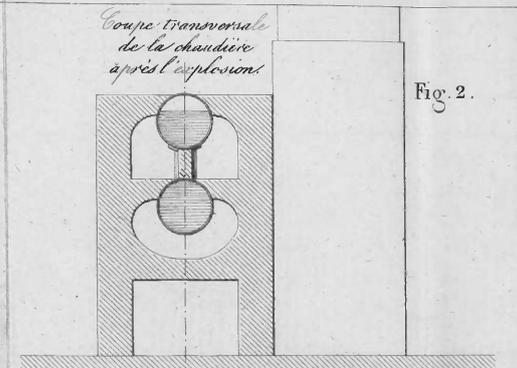
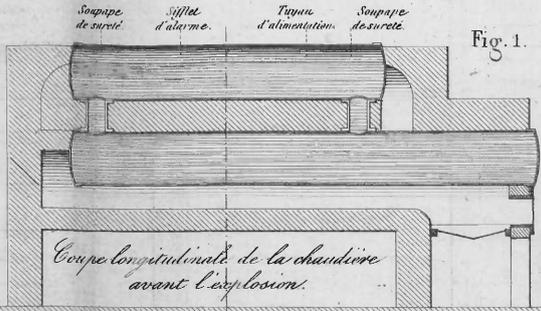
Echelle de 0<sup>m</sup>.030 pour mètres, pour les Fig. 1 et 2.  
0 1 2 3 4 mètres.



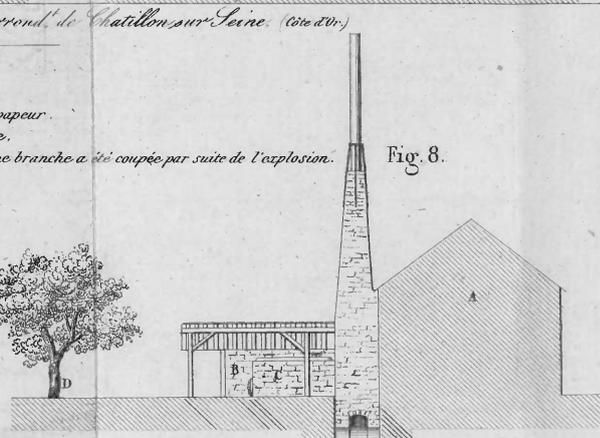
Echelle de 1/15 pour mètre. 1 2 3 4 5 mètres.

Explosion d'une chaudière à vapeur dans les ateliers de M<sup>r</sup> Remery, à Clermont. (Dess. de Dôme)

Fig. 5. Esquisse de la chaudière trouvée sous les débris du mur effondré, en M (Fig. 3).



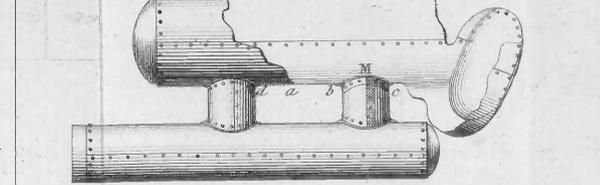
Echelle de 1/200 pour mètre. 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 20  
Echelle des détails de 1/25 pour mètre. 1 2 3 mètres.



Elevation et Coupe transversales du moulin à vapeur suivant une ligne parallèle à l'axe de la chaudière.

Explosion d'une chaudière à vapeur, rue Coquenard, à Paris.

a b Biseau de tôle sans déchirure; ancienne fente.  
b c, n. d. Biseau de tôle déchirée; épaisseur presque nulle.  
Bande recouverte d'une épaisse incrustation de rouille.  
M Point de la clavure par lequel parait s'être fait le suintement.



*Manomètres applicables aux chaudières des machines locomotives.*

