

25

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 Conseiller d'Etat, Directeur général des
Ponts et Chaussées et des Mines.

TROISIÈME SÉRIE.

TOME VI.



A PARIS,

CHEZ CARILIAN-GOEURY, ÉDITEUR-LIBRAIRE,
QUAI DES AUGUSTINS, N^o. 41.

1834.

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 Directeur général. 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, et d'un ingénieur des mines secrétaire-adjoint.

MM.

Cordier, inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences, président.

Beauvier, inspecteur général des mines, directeur de l'École des mineurs de Saint-Étienne.

Brochant de Villiers, insp. gén. des mines, membre de l'Académie des sciences, professeur de minéralogie et de géologie.

De Bonnard, inspecteur général des mines.

Héricart de Thury, inspecteur général des mines.

Migueron, inspecteur général des mines.

Lefroy, ingénieur en chef des mines, inspecteur des études de l'École des mines.

Berthier, ingénieur en chef des mines, membre de l'Acad. des

MM.

sciences, professeur de chimie.

Gueyveau, ingénieur en chef des mines, professeur de métallurgie.

Garnier, ingénieur en chef des mines, secrétaire du conseil général des mines.

Élie de Beaumont, ingénieur en chef des mines, professeur adjoint pour la géologie.

Combes, ingénieur des mines, prof. d'exploitation des mines.

De Cheppe, chef de la division des mines.

Dufrénoy, ingénieur en chef des mines, professeur adjoint pour la minéralogie, secrétaire de la commission.

Le Play, ingénieur des mines, secrétaire-adjoint de la commission.

L'administration a réservé un certain nombre d'exemplaires des *Annales des Mines*, pour être envoyés 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 directeur général des ponts et chaussées et des mines, à M. le secrétaire de la commission des *Annales des Mines*. — 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 60 à 80 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 ET FONDERIE DE FAHÉ,
RUE RACINE, N° 4, PLACE DE L'ODÉON.

RÉCHERCHE

De la puissance mécanique consommée par le tirage à froid des fils de fer dans les filières.

Par M. PAYEN, Ingénieur des Mines.

Description sommaire d'une tréfilerie, dans l'état actuel de cet art.

Un barreau carré de 30 millim. de côté est chauffé au rouge blanc dans un four à réverbère: cette opération se fait avec la chaleur perdue des feux d'affinerie, quand il y en a dans l'établissement (1).

Préparation du barreau.

Au sortir de ce four, il est passé quatorze fois de suite entré des cylindres qui le rendent successivement rond et méplat. Ces cylindres ont 215 millim. de diamètre, et font depuis 60 jusqu'à 150 et même 180 tours par minute, en sorte que le barreau passe à travers avec une vitesse de 0^m.666 à 1^m.999 par seconde.

Passage dans les cylindres.

En sortant de la dernière caméture, il est enroulé sur un dévidoir composé de 4 barreaux de fer posés sur une croix.

Malgré les précautions que l'on prend pour maintenir la forme cylindrique, le barreau sortant de là n'est jamais rond.

J'en ai trouvé de 9^{mm}.56 sur 8^{mm}.49, de 9^{mm}.24

(1) Lorsque l'on chauffe les barreaux dans des fours à réverbère, la consommation de houille s'élève à 8 hect. par 1000 k.

sur 8^{mm}.71, de 9^{mm}.56 sur 7^{mm}.95. Il a en moyenne 8^{mm}.91 de diamètre. En comparant l'aire de la section du barreau avant et après le passage, on trouve qu'il s'allonge de manière à avoir 14,42 fois sa longueur primitive.

Ainsi la pièce ayant environ 50 centimètres prend une longueur de 7 à 8 mètres. (1).

Recuit et
décapage.

On fait recuire ce barreau à feu nu, puis on le met dans l'acide sulfurique très étendu d'eau, pour le décaper. (La proportion est d'un lit. d'ac. sulf. concentré pour 240 lit. d'eau.) Il y reste environ 12 heures; après quoi on le retire, on le lave dans la rivière et on le sèche promptement sur un brasier.

Passage
à la filière
et recuits.

Dans cet état, la pièce est portée dans les ateliers de la tréfilerie proprement dite.

Voici dans quel ordre on passe le barreau pour le réduire en fil du diamètre le plus petit que l'on obtienne en Comté, c'est-à-dire de 0^{mm}.50 environ.

1°. On passe dans deux trous de filière; puis on donne un recuit dans une marmite en fonte: diamètre du fil, 6^{mm}.

2°. On passe encore dans deux trous de filière; puis on donne un second recuit dans une marmite: diamètre du fil, 5^{mm}.

(1) Ces mesures ont été prises dans une tréfilerie de Franche-Comté. Il paraît que l'allongement peut aller jusqu'à 18 fois et même davantage dans quelques usines. Alors il faut donner une grande vitesse aux cylindres, sans quoi le fer se refroidit, et les derniers passages consomment beaucoup de force. On amène ainsi les barreaux jusqu'au diamètre de 5 millim.: pour cela on les engage simultanément dans 3 et 4 cannelures; le passage total ne dure qu'une minute et demie.

3°. On passe dans quatre trous de filière, puis on donne un troisième recuit qui est le dernier: diamètre du fil, 2^{mm}.50.

4°. On passe dans dix trous de filière qui amènent le fil au n°. 1 ou au P. P., c'est-à-dire au diamètre le plus petit, 0^{mm}.50.

Chaque tour de filière allonge le fil de 0,31 à 0,32; c'est-à-dire qu'un fil de 1^m. avant le passage a 1^m.31 ou 1^m.32 après ce même passage dans la filière. Ainsi, pour réduire un barreau de 8^{mm}.91 recuit et décapé, en un fil de 0^{mm}.50, on le fait passer par dix-huit trous de filière et on lui fait subir trois recuits.

L'opération des recuits se fait au moyen de la chaleur perdue des feux de forge. Les barreaux qui soutiennent les marmites fléchiraient, à cause de la haute température et du grand poids qu'ils supportent si on n'eût pas imaginé de se servir de tuyaux de fonte creux, à travers lesquels passe un courant d'eau (1).

Les marmites sont introduites dans le four, directement au-dessus du foyer du feu de forge: on les éloigne ensuite pour les remplacer par d'autres. Il y en a trois à la fois dans le four, et on en fait passer quinze en vingt-quatre heures.

Le premier effet du recuit est d'augmenter le diamètre du fil qui lui est soumis de 0,055. Le second effet est de diminuer sa ténacité. Effets du recuit.

Un fil de 1^{mm}. de diamètre, passé plusieurs fois à la filière, a rompu sous une charge de 52 kil.

(1) Lorsque le recuit se fait au bois, l'on consomme 1 stère 22 ou 3 hect. de houille environ, pour chaque recuit, par 1000 k. de fil recuit.

Un fil du même diamètre, passé une seule fois à la filière, a rompu sous une charge de 40 kil.

Un fil recuit, du même diamètre, a rompu sous une charge de 30 kil.

Il y a ici une observation intéressante : c'est qu'avant de rompre, un fil cru ne s'allonge que de 0^m,004, et un fil recuit s'allonge de 0^m,200.

Le troisième effet du recuit est d'augmenter la ductilité. L'appréciation numérique de cet effet demande une explication. L'effort nécessaire pour contraindre un fil à passer dans la filière sera d'autant plus considérable que la ductilité sera moindre; et par conséquent cet effort, qui peut être représenté par un poids, sera la mesure de la ductilité et variera en raison inverse de cette quantité.

Cela posé, le rapport de la ductilité, avant et après le recuit, est représenté par le rapport de 1 à 2; c'est-à-dire que si un poids de 1 kil. est capable de faire alonger un fil recuit d'une quantité déterminée, il faudra un poids de 2 kil. pour faire alonger un fil cru de la même quantité, en supposant les diamètres égaux (1).

De la force consommée par une tréfilerie.

Pour se rendre compte d'une manière com-

(1) Il y a un autre effet du recuit qu'il n'est pas indifférent de constater, bien qu'il soit étranger à l'objet de ce travail, c'est la manière différente dont l'oxidation se propage sur un fil cru ou sur un fil recuit. Sur le fil cru, une tache de rouille se forme, pénètre jusqu'au centre du fil et le détruit en ce point. Sur le fil recuit la tache s'étend et l'oxidation se propage par couches concentriques : cette différence d'action paraît due à l'état des surfaces.

plète de la force employée dans une tréfilerie, il faudrait connaître la force consommée par le barreau dans son passage entre les cylindres; la force consommée par le fil dans son passage à travers la filière; enfin les forces perdues dans les communications de mouvement.

Je n'ai pas résolu ce problème complètement; mais j'ai recherché la force consommée par un fil dans son passage à travers la filière.

La détermination de cette force est la partie la plus essentielle pour l'établissement de cette espèce d'usine.

Lorsqu'on introduit un fil métallique dans une filière et qu'on le tire au moyen d'une tenaille, la puissance mécanique consommée par la filière dépend de l'alongement que l'on fait subir au fil, du poids de fil passé par seconde, et de la ductilité du métal.

Cette puissance fait équilibre à la force qu'il faut appliquer à la tenaille pour faire passer le fil.

Cette phrase est susceptible d'être traduite par une formule qui se réduit à une expression simple.

Appelons l la longueur du fil passé par seconde; c'est la vitesse de la tenaille;

l' longueur du même fil avant son passage;

a diamètre du fil avant le passage;

b diamètre du fil après le passage;

P le poids nécessaire pour faire passer le fil à travers la filière en produisant un alongement (abstraction faite du frottement contre les parois de la filière);

d un coefficient dépendant de la ductilité;

D densité du métal;

$$m \text{ l'alongement du fil} = \frac{l-l'}{l} = \frac{a^2-b^2}{b^2}.$$

Résistance d'un fil au passage à la filière.

La puissance mécanique de la tenaille a pour expression $P'l$;

Le poids du fil passé par seconde sera Dlb^2 ;

Et l'expression de la force consommée par la

filière, $\delta \times Dlb^2 \times \frac{a^2 - b^2}{b^2}$

ce qui, étant égalé à la puissance de la tenaille, donne

$$P'l = \delta D l b^2 \frac{a^2 - b^2}{b^2},$$

ce qui se réduit à

$$\frac{a^2 - b^2}{P'} = \delta D,$$

ou bien à $P' = \delta D m b^2$.

Ces formules peuvent être traduites par les énoncés suivans :

1°. Le rapport de la force qui fait passer un fil à travers la filière, à la différence des carrés des diamètres avant et après le passage, est un nombre qui ne dépend que de la ductilité (1), et par conséquent qui ne varie qu'entre des limites qu'on peut déterminer, et dans des circonstances déterminées aussi.

2°. Le poids qui détermine le passage dans la filière est égal à la quantité dont le fil est allongé, multiplié par le carré du diamètre et par un coefficient dépendant de la ductilité. Ce qui revient à dire qu'un fil passé à la filière peut être considéré comme un faisceau de fils, ayant un

(1) Il dépend aussi, à la rigueur, de la densité du métal, mais comme cette densité varie très-peu, elle n'influe pas sur le résultat.

diamètre égal à l'unité linéaire. Pour chacun de ces fils, le poids nécessaire pour produire un allongement dépend de cet allongement et de la ductilité, et pour leur ensemble il sera égal à la même quantité multipliée par leur nombre.

Cette considération théorique avait besoin d'être vérifiée par expérience : voici comment j'y suis parvenu. J'ai placé une filière horizontalement; j'y ai introduit un fil métallique que j'ai fait saisir par une tenaille ou un étau. Après cette tenaille était suspendu un plateau que j'ai chargé de poids, jusqu'à ce que le fil commençât à passer.

J'ai fait ainsi 38 expériences pour le fil de fer : le plus gros avait 3^{mm}.49 et le plus petit 0^{mm}.50.

J'ai trouvé, pour les fils sortant du recuit, le rapport $\frac{P'}{a^2 - b^2} = 52$ à 57; en faisant passer le fil à travers des trous de filière peu différens, le rapport s'élève successivement à 84—109—129.

J'ai ainsi vérifié l'exactitude des considérations énoncées ci-dessus et déterminé le coefficient de la ductilité. Ceci nous fournit un des élémens du calcul de la force dépensée dans le passage à travers une filière.

Passons à l'examen de la résistance qui naît du frottement contre les parois de la filière, lorsque le fil prend un mouvement uniforme.

Si cette résistance était insensible, en chargeant le plateau qui entraîne la tenaille d'un poids $P > P'$ qui représente celui qui fait équilibre à la résistance provenant de l'allongement, la vitesse que prendrait le plateau serait celle due à l'action du poids $P - P'$: cette supposition n'est pas vérifiée; mais on trouve qu'il faut ajouter à la résistance P' une seconde résistance qui est

Frottement du fil contre les parois du trou de la filière.

proportionnelle à la vitesse et au diamètre du fil sorti de la filière, et peut être ainsi représenté par kbl : k étant un nombre constant, b et l ayant la même signification que ci-dessus.

Vitesse de la tenaille.

La vitesse de la tenaille a varié à différentes époques, et l'on a trouvé avantageux de l'augmenter de plus en plus. Elle paraît être limitée par la dureté de la filière qui se trouve diminuée par la chaleur produite dans le passage du fil. Cette considération du moins conduit à la loi suivie en ce moment dans les usines.

La chaleur développée par un fil, dans son passage à travers la filière, est proportionnelle à l'effet produit, c'est-à-dire à l'aire de la section, à la vitesse et à l'allongement mb^2l . Le nombre des molécules de la filière qui reçoit cette chaleur est proportionnel à la circonférence du trou ou à son diamètre b . Si donc on appelle B le diamètre d'une autre filière, L la vitesse de la tenaille, M l'allongement, il faudra qu'on ait l'égalité

$$\frac{mb^2l}{MB^2L} = \frac{b}{B}$$

pour que les filières reçoivent la même chaleur, ce qui donne $mbl = MBL$; et, en considérant l'allongement comme à peu près constant, $\frac{b}{B} = \frac{L}{l}$; c'est-à-dire que les vitesses des tenailles sont inversement proportionnelles aux diamètres.

Telle est effectivement la loi que l'on suit dans la construction des usines.

Il suffit maintenant de déterminer une seule vitesse: on prend pour cela celle d'un fil de 8^{mm} de diamètre, qui est de 0^m.20 par seconde.

En rapprochant ce résultat de celui que j'ai

Valeur du frottement.

trouvé pour la valeur du frottement d'un fil contre les parois de la filière, on voit que dans la pratique ce frottement est constant. Je l'ai trouvé égal à 18,72 kilog. Ceci est l'expression de la résistance développée, et son moment est $18^k,72 \times l$.

Je n'ai pas été à même de faire des expériences sur la raideur du fil de fer, de manière à déterminer la force employée à l'enrouler sur une bobine: je me bornerai à donner ici les dimensions adoptées.

Les bobines qui tirent le fil, depuis 8^{mm}.60 jusqu'à 2^{mm}.90, ont 0^m.55 de diamètre. Celles qui tirent le fil, depuis 1^{mm}. jusqu'à 0^{mm}.50 ont 0^m.27. Il paraît que dans quelques établissemens on a adopté la série suivante de grosseurs de bobine.

Diamètre du fil.		Diamètre de la bobine.
8	—	550
6,38	—	487
5,17	—	433
3,39	—	379
2,74	—	325
2,23	—	271
1,81	—	217

En parlant des effets du recuit, j'ai dit qu'un fil de 1^{mm}. de diamètre recuit rompt sous un poids de 30 kil.; le même, après un passage à la filière, sous un poids de 40 k.; après plusieurs passages, sous un poids de 50 k.

En recherchant la résistance causée par la filière, pour produire l'allongement, j'ai trouvé que $P' = \delta Dmb^2$.

δD variant entre 52 et 129.

En supposant b^2 constant, ou rapportant les fils à l'unité, on aura, pour déterminer l'allongement, $m = \frac{P'}{\delta D}$. Or, le maximum de P' est la li-

Maximum d'allongement à chaque trou de filière.

mite de la ténacité. Ainsi, après un recuit, $m = \frac{4^{\circ}}{52} = 0,76$, et, après plusieurs tours de filière, $m = \frac{5^{\circ}}{129} = 0,38$ sont les valeurs du maximum de l'allongement que l'on puisse donner à un fil.

Lorsque l'on recommande aux ouvriers de donner tout l'allongement possible après un recuit, ils peuvent le porter jusqu'à 0,65; mais ils sont obligés d'allonger beaucoup moins aux trous suivans.

Au contraire, après un allongement modéré, la ductilité ne diminue pas autant, et ils peuvent continuer à donner des allongemens plus considérables: d'où il résulte qu'il serait avantageux de régler les trous de filière de manière à obtenir un allongement constant; c'est ce que l'on obtiendrait en réglant les jauges d'une manière convenable et en les faisant suivre régulièrement.

Jauges.

On appelle *jauge* un disque d'acier sur la circonférence duquel on a fait des entailles rectangulaires qui sont désignées par un numéro: un fil de fer appartient à un numéro quand il peut entrer dans l'entaille qui lui correspond. Ces entailles ont quelquefois entre elles un rapport constant, et cela devrait toujours avoir lieu. Mais, dans tous les cas, cette espèce de mesure ne détermine pas d'une manière absolue le diamètre des fils, parce qu'il suffit qu'un fil entre dans une entaille, et non dans celle qui est immédiatement plus petite, pour appartenir au numéro correspondant à la première.

Il faudrait, pour qu'une jauge fût convenable, qu'il y eût un assez grand nombre de n°. pour qu'un fil d'un n°. déterminé s'écartât fort peu du diamètre qui lui correspond. Il faudrait, d'autre part, que chaque n°. correspondit à un passage

par un trou de filière. Une jauge, ainsi construite, formerait une base juste pour établir les prix dans le commerce et les prix de façon. On obtiendrait ce résultat en donnant vingt numéros à la jauge, avec des *demi-numéros* intermédiaires, et mettant entre chaque demi-numéro le rapport $\frac{100}{107}$: de cette manière, un changement de diamètre correspondant à un demi-numéro donnerait un allongement de 0,15: un changement de diamètre correspondant à un numéro donnerait un allongement de 0,32, qui est celui que l'on donne moyennement aux fils.

Ce n'est pas le rapport des jauges du commerce; mais j'en ai trouvé une dont les trous étaient réglés dans le rapport de $\frac{9}{10}$: elle a 27 numéros. Comme elle sert de base au prix du fil, je donnerai ici les diamètres correspondant aux numéros.

	mm.		mm.		mm.
P	0,51	9	1,33	18	3,39
1	0,57	10	1,47	19	3,76
2	0,64	11	1,63	20	4,18
3	0,71	12	1,81	21	4,65
4	0,79	13	2,01	22	5,17
5	0,87	14	2,23	23	5,74
6	0,97	15	2,47	24	6,30
7	1,08	16	2,74	25	7,20
8	1,19	17	3,05	26	8,00

Cette jauge correspond à un allongement de 0,24 par n°.

Pour régler la valeur du fil de fer dans le commerce, on se sert du n°. 1. La botte ou pièce de fil de fer du n°. 1., pesant 5 kil., vaut en ce moment 6 fr. 40 c. Cette valeur diminue de 20 cent. par n°. jusqu'au n°. 10 exclusivement; elle diminue ensuite de 10 cent. par n°. depuis 10 jusqu'à 20: les n°. depuis 20 jusqu'à 27 et 30 ont la même valeur; ainsi

Valeur
du fil de fer.

Le N ^o . 1	vaut	fr. 6,40
N ^o . 9	—	4,80
N ^o . 10	—	4,70
N ^o . 20	—	3,70

Cinq kilog. du fer de Comté valent en barres 3 fr. : il y a donc 70 c. accordés pour la façon des n^{os}. supérieurs au n^o. 20. On n'accorde pas plus pour le n^o. 20 que pour les n^{os}. 26 et 30, parce que l'on suppose, ce qui est possible, que l'on amène le fil à une assez petite dimension, au moyen des cylindres, pour qu'un seul trou de filière donne un quelconque de ces numéros.

Quant au prix des autres, il devrait être en raison inverse du diamètre, puisque telle est la proportion du temps employé à passer un fil dont le poids est déterminé. Cela n'a pas lieu exactement; mais en ayant égard aux recuits qui augmentent la valeur des gros numéros, on voit que c'est la considération qui a servi à régler le prix.

Force
employée par
les bobines.

J'ai dit que l'allongement que l'on donne moyennement dans les tréfileries est de 0,31, et lorsqu'il s'élève au-dessus, ce n'est qu'après un recuit, auquel cas il y a beaucoup moins de force employée. On aura donc la dépense de la force, en admettant pour la valeur de P' celle qui est donnée par l'allongement 0,31, et donnant à la ductilité sa moindre valeur qui correspond à $\delta D = 129$. Cela donne $P' = 129 \times 0,31 = 39,99$ k., soit 40 kil. pour un fil de 1^{mm}. de diamètre. Ce résultat rend très-facile le calcul approximatif de la quantité de travail dépensée par les bobines; car il n'y a plus qu'à multiplier ce nombre 40 par le carré du diamètre, ajouter au produit 18,72 kil., expression du frottement, et multiplier la somme $40b^2 + 18,72$ par la vitesse de la tenaille,

$$P^{k \times m \times l} = (40b^2 + 18,72)l.$$

Si l'on compare la vitesse des bobines avec la longueur que le fil acquiert en passant par chaque trou de filière, on voit que, tandis que la longueur augmente en raison inverse du carré du diamètre, la vitesse n'augmente qu'en raison inverse du diamètre. D'où résulte que si on transformait le fil en celui du plus petit diamètre, il faudrait augmenter le nombre des bobines en raison inverse du diamètre; mais les besoins du commerce donnent lieu à une combinaison toute différente.

Nombre
des bobines.

Voici à peu près dans quel rapport le fil de fer est vendu :

Du n ^o . 27	au n ^o . 22	—	0,1
Du 22	—	20	— 0,1
Du 20	—	18	— 0,2
Du 18	—	14	— 0,4
Du 14	—	8	— 0,1
Du 8	—	PP	— 0,1

En suivant ces données, et ayant égard à la considération qui précède, les bobines d'un établissement devraient être organisées comme il suit, lorsqu'on emploie des barreaux de 8^{mm}. et au-dessus.

4 bobines	de 27 à 22
5 —	de 22 à 20
6 —	de 20 à 18
6 —	de 18 à 14
2 —	de 14 à 8
1 —	de 8 à PP

Dans le cas où l'on n'emploie que des barreaux de 5^{mm}., les quatre premières bobines peuvent être supprimées.

En prenant sur le tableau suivant la puissance mécanique consommée par chaque bobine, et

multipliant par le nombre des bobines indiqué sur le même tableau, on trouvera que, pour une usine où l'on emploie des barreaux de 8^{mm}. et au-dessus, il faut une force de 88 chevaux pour asortir tous les échantillons. Lorsqu'on emploie des barreaux de 5^{mm}., il ne faut plus qu'une force de 60 chevaux.

Puissance mécanique consommée par les bobines.

Numéro du plus gros des fils enroulés sur chaque bobine.	Diamètre des bobines.	Vitesse des bobines = l.	Diamètre des fils = b.	Carré du diamètre des fils = b ² .	40 b.	40 b ² + 1872.	Force consommée par chaque bobine	
							en kilogr. élevés à 1 ^m . en 1 ^m .	en chevaux.
	mèt.	mèt.	mill.	mil. c.	kilogr.	kilogr.	kilogr.	
Bobine No. 26.	0,55	0,20	8	64	2560	2578,72	515,744	6,87
— No. 23.	0,48	0,28	5,74	32,947	1317,90	1336,62	374,253	4,99
— No. 21.	0,43	0,34	4,65	21,622	864,88	883,60	300,424	4,00
— N. 19.	0,38	0,42	3,76	14,137	565,48	584,20	245,364	3,27
— No. 17.	0,33	0,52	3,05	9,202	368,08	386,08	201,136	2,68
— No. 13.	0,27	0,79	2,01	4,040	161,60	180,32	142,453	1,89
— No. 7.	0,22	1,48	1,08	1,166	46,64	65,36	86,733	1,17

Le dernier tableau présenté ici résume tout ce qui précède et permet d'en faire l'application. Il est le développement de la formule trouvée plus haut, et fait voir de quelle manière simple on peut l'employer dans tous les cas.

NOTICE

Sur la construction des puits de mines et la méthode dite quaffering d'arrêter les sources qu'ils traversent.

Par M. CHARLES HAMOND, ingénieur civil, directeur des mines de houille du Vigan (Gard).

La manière ordinaire de faire des puits de mines en France consiste à garantir les parois, à mesure qu'on descend, par un simple boisage composé de cadres placés les uns au-dessus des autres, de distance en distance, derrière lesquels sont des planches que l'on force contre la terre par des coins. Ces puits sont nécessairement de forme rectiligne. On en fait aussi de ronds et d'ovales, dont les parois sont bâties en maçonnerie. Aucun de ces moyens n'arrête les eaux qu'on rencontre en descendant : ils n'ont d'autre but que de consolider les parois. La meilleure, et je crois la seule méthode employée jusqu'ici en France pour traverser des sources ou des amas d'eau, les arrêter et poursuivre le fonçement à sec, est celle connue sous le nom de *cuvelage*, pratiquée avec succès à Anzin, plus tard à Vic, à Schoenecken, enfin au Vigan. Elle consiste à traverser les terrains perméables, par un boisage ordinaire, jusqu'à ce qu'on arrive à une roche solide, sur laquelle on place une *trousse* ou fort cadre de bois, qui sert d'appui pour chasser, contre les parois, des planches de peuplier ou *lambourdes* garnies de mousse, au moyen d'une infinité de petits coins ou picots. Cette *trousse picotée* sert de base pour

élever le cuvelage, construction en bons bois de chêne préparés au rabot et calfatés avec du chanvre comme un navire. A mesure que ce cuvelage monte, on ôte le boisage provisoire pour lui faire place, et l'on remplit le derrière du cuvelage avec du ciment. Jusqu'à l'achèvement de ce cuvelage les eaux sont vidées par les pompes, mais le cuvelage une fois raccordé, il ne peut plus entrer d'eau dans le puits.

Les cuvelages se font ordinairement octogones, et même dodécagones, pour se raccorder plus facilement à la forme ronde adoptée pour les parties hors du *niveau* ou des eaux.

Cette méthode si ingénieuse remplit parfaitement son but; j'en ai la preuve dans un de nos puits où elle a été employée il y a six ans. Son extrême cherté est peut-être la seule objection qu'on puisse faire à son emploi : cette cherté vient de la forte dimension des bois, nécessaire pour résister à la pression du picotage et de l'eau, ainsi que de la quantité de main-d'œuvre qui y entre.

Quand le bois coûtait peu en Angleterre, on n'employait pas d'autres matériaux pour les puits, soit pour en consolider les parois, soit pour refouler les eaux; mais il y a long-temps que ce système est devenu impraticable chez nos voisins, et qu'il leur a fallu chercher des moyens moins dispendieux pour remplir le même but. Ces moyens, nous allons les faire connaître, à l'aide des détails contenus dans la *Planche 1^{re}*.

Fig. 1. Représente la première reprise du puits, partant du sol *a b'*. Huit poutres sont placées horizontalement pour fournir, en cas de besoin, des points de suspension. Leurs extrémités dépassent de trois pouces les parois de la maçonnerie

1^{re}. reprise
du puits.

dans le puits. La terre sortant de la première reprise du puits retient ces poutres et exhausse le niveau du sol jusqu'en *a b*.

Fig. 2. Représente la même reprise, bâtie de la manière suivante :

Une courbe de bois de chêne, *fig. 14*, est placée sur une retraite préparée à cet effet. Cette courbe, à peu près de l'épaisseur d'une brique, a la largeur de quatre; elle sert de base à la maçonnerie, qui n'a que trois briques d'épaisseur, *fig. 13*: il reste par conséquent derrière le muraillement un vide de la largeur d'une brique. A chaque pied de hauteur à laquelle arrive le mur, on l'arrête pour garnir le vide avec de la terre glaise, qu'on refoule soigneusement avec des bois debout. On poursuit ce genre de travail jusqu'au sol. Le puisard *e* qu'on remarque au-dessous de la bâtisse n'est destiné qu'à maintenir la retraite à sec pendant que l'on pose la courbe. Les briques, au lieu d'être placées de niveau, sont posées en spirale; en sorte qu'au lieu d'avoir à les raccorder à chaque tour du puits, on les conserve entières, et leur posage n'éprouve point d'interruption jusqu'à ce que le muraillement soit arrivé au sol. Chaque assise, au lieu d'être placée en cercle, présente une hélice qui continue dans toute la hauteur du cylindre. En posant la première assise, on a le soin d'amincir les briques de manière à former le commencement de l'hélice. On a aussi le soin de placer le rang du milieu plus haut de la moitié de son épaisseur que ceux de chaque côté, *fig. 13*, élévation. On économise un peu de temps en rapportant d'avance sur la courbe des liteaux en chêne pour obtenir une base hélicoïdale: alors il n'y a pas de briques à tailler.

2^e. reprise.

Fig. 3. Représente une deuxième reprise du puits. La forme cylindrique qu'on donne à ces puits, et leur peu de diamètre, permettent de grandes reprises de foncement sans risque d'éboulement. On laisse assez de terre ou de roche au-dessous de la première courbe pour supporter provisoirement la bâtisse. On pose ensuite au fond une deuxième courbe sur laquelle on bâtit jusqu'à la première, disposant les briques de la même manière, et garnissant le derrière du mur comme auparavant. Lorsqu'on arrive à la terre qui supporte la première courbe, on la fait tomber peu à peu, suivant la dureté du terrain, et en raccordant le mur avec le dessous de la courbe. On pose deux ou trois assises à la fois, laissant toujours la terre intacte jusqu'au moment où on la remplace par des briques. Pour peu que la terre ait de consistance, il n'est pas à craindre que la bâtisse descende lorsqu'on prend les précautions indiquées ci-dessus.

Fig. 4. Représente la deuxième reprise raccordée avec la première.

3^e. reprise.

Fig. 5. Foncement d'une troisième reprise moins grande que celles qui précèdent, dans la supposition que le terrain soit moins solide. Vers *c*, on a trouvé une source qu'il s'agit d'arrêter au moment convenable. On met derrière le muraillement un tuyau en fer-blanc, de trois pieds de long sur deux pouces de diamètre, percé, dans toute sa hauteur, de trous de six lignes; ou bien on se sert d'une caisse en bois, *fig. 16*, de trois pouces sur un pouce et demi, trouée de la même manière. Cette caisse *d*, *fig. 6*, est placée verticalement sur la courbe et contre la terre. La courbe est percée horizontalement dans son épaisseur,

et puis verticalement pour trouver l'orifice de la caisse: il faut que cette caisse soit soigneusement posée, de manière qu'il reste au moins deux pouces d'argile entr'elle et le muraillement. On peut lui faire un peu de place dans la terre s'il le faut. Les choses ainsi disposées, on commence à bâtir, comme auparavant, sur la courbe, l'eau de la source ayant son écoulement par le trou de la courbe. Lorsque la bâtisse est arrivée à un pied de hauteur, on garnit, comme auparavant, avec de la terre glaise, en commençant du côté opposé de la caisse, et en maintenant toujours assez de pente pour que l'eau, de quel côté qu'elle vienne, puisse s'écouler par les trous de la caisse, et arriver au trou de la courbe par lequel elle se vide. Après avoir garni jusqu'au niveau le pied de mur déjà fait, on se remet à bâtir, à garnir de terre glaise, et ainsi de suite jusqu'en haut. A mesure que la bâtisse avance, on allonge la caisse en y ajoutant successivement des morceaux de trois pieds qui s'emboîtent l'un dans l'autre jusqu'à ce qu'il ne vienne plus d'eau sur le travail. Alors on bouche l'ouverture supérieure en mettant dessus un bout de planche, et on ne laisse plus de vide derrière le mur. Il résulte de cette combinaison que l'eau ayant toujours son écoulement libre, ne tend ni à forcer son passage entre le mur et la courbe, ni à pousser la maçonnerie encore trop fraîche pour lui résister. Il est bien entendu que les moyens ordinaires d'épuisement vident l'eau qui arrive dans le puits.

Fig. 7. Représente une quatrième reprise foncée et bâtie. Nous supposons qu'on n'ait pas trouvé d'eau dans cette reprise; cependant la source de la reprise supérieure coule toujours, comme on le

4^e. reprise.

voit dans la figure ; seulement, au lieu de la laisser tomber sur la tête des mineurs qui sont au fond, on la conduit, le long des parois, par la méthode suivante. A la courbe *g* on applique ce qu'on appelle une *guirlande* (garlande curb), *fig. 17* : c'est un liteau en bois, de deux ou trois pouces carrés, qu'on rapporte sur les bords de la courbe, de manière à former une saillie de trois pouces sur la paroi intérieure du puits. Ce liteau est cannelé sur toute sa surface supérieure pour recevoir l'eau, de quelque côté qu'elle vienne. Le fond de ce petit canal est troué dans un endroit pour recevoir un tuyau de cuir *m* qui conduit l'eau au fond *a* du puits. Le dessous du liteau est en chanfrein pour empêcher les bènes ou tonnes de s'accrocher. Lorsqu'on prévoit à l'avance l'occasion de se servir d'un canal de cette espèce, au lieu de rapporter le liteau cannelé, on fait le canal dans la courbe même, et on pose la première assise deux pouces en arrière ; alors on fait dépasser chaque assise de briques de six lignes, de manière à reprendre la dimension du puits à la quatrième. En abattant les six lignes sur les angles des briques, on arrive à la forme *fig. 18*. Ce dernier arrangement est préférable, parce qu'il est plus solide et ne présente point de saillie ; mais le premier a l'avantage d'être praticable en tout temps et après coup.

5^e. reprise.

Fig. 8. Représente le foncement d'une cinquième reprise. On a supposé un terrain trop mou pour supporter le poids du mur, qui pourrait glisser tout ensemble jusqu'au fond si on ne prenait quelques précautions particulières. Pour prévenir cet accident, on a recours à ce qui suit. Huit tringles en fer, d'un pouce carré, assent-

blées en pièces de trente pieds, pliées en crochet en bas, et taraudées en haut, avec des écrous, sont placées contre les parois du puits. Les crochets prennent la courbe en bois ; la partie taraudée passe dans les trous au bout des arbres placés sur le sol en *a'*, *b'*.

Le muraillement, ou cylindre en briques, se trouve ainsi suspendu aux huit arbres ou poutres, qui, ne dépassant que de trois ou quatre pouces en dedans du mur, sont assez longues pour ne pas risquer de basculer. Les crochets au bout des tringles sont faits en fer plus fort que celles-ci, soit deux pouces sur un ; ils sont pliés de champ, soudés et non accrochés aux tringles. Les choses ainsi disposées, on place au fond du puits une courbe deux fois plus large que celles qui ont précédé, mais de même diamètre intérieur ; on commence à bâtir sur toute sa largeur, sauf la place pour l'argile, de manière que le mur, à la première assise, ait deux fois l'épaisseur précédente. A chaque assise cette épaisseur va en diminuant, de manière à reprendre l'épaisseur ordinaire du mur à une hauteur de quatre ou cinq pieds. On continue alors le muraillement comme à l'ordinaire, jusqu'à la courbe supérieure ; lorsqu'on y arrive, on sort les crochets l'un après l'autre, à mesure que la maçonnerie les remplace.

Fig. 9. Représente la cinquième reprise bâtie. On voit que le cylindre en briques repose sur sa base conique, et permet le foncement de la sixième reprise, sans qu'on lui enlève sa fondation. Dans cette figure on ne voit plus couler les sources des *fig. 7* et *8*. La maçonnerie de ces reprises ayant eu le temps de sécher et de faire prise, on a pu, sans crainte, remplacer le tuyau en cuir dont il a été

question par un bon tampon placé dans le trou de la courbe. La source n'ayant plus d'écoulement ni par le trou qui est bouché, ni par la bâtisse qui est sèche, ne risque plus d'entrer dans le puits, et se trouve définitivement arrêtée. Par la suite la caisse elle-même se remplit de dépôt, et il ne reste plus de vide à côté du mur.

6^e. reprise.

Fig. 10, la sixième reprise foncée.

Fig. 11. Cette même reprise bâtie. Quand on craint que le terrain soit de nature à ne pouvoir supporter même la partie de muraillement au-dessous du cône, et qu'on veut empêcher cette partie de se détacher et de descendre dans le forçement de la reprise suivante, on a de nouveau recours aux tringles; on les remet à leur place, ou bien, si on ne les a pas ôtées, on y adapte des tringles plus légères, accrochées sur le talon des premières. Dans la *fig. 11* ces tringles sont allongées. On peut alors, sans crainte, foncer une sixième reprise, et continuer toujours de la même manière jusqu'à l'achèvement du puits, quelle qu'en soit la profondeur. On n'a guères besoin de se servir des tringles que dans la partie supérieure du puits, parce qu'après être entré dans un terrain ferme et régulier, on ne trouve presque jamais de terrains mouvans, ils ont du moins peu d'épaisseur. Cependant, dans le cas où l'on voudrait suspendre une partie du muraillement pour une cause quelconque dans un endroit éloigné du sol, on peut éviter la longueur des tringles qui serait nécessaire pour arriver jusqu'à la surface, en les élevant seulement jusqu'au premier rocher solide où on ferait quatre entailles pour recevoir des poutres, ou bien on percerait seulement la maçonnerie pour recevoir des traverses, dans le

cas où une base conique interviendrait entre ces traverses et le mur que l'on veut supporter.

Il est à remarquer que dans la plupart des cas on n'a aucun besoin de se servir de tringles, et dans celui où elles sont indispensables on peut employer celles destinées aux pompes, dont la forme et les assemblages conviennent parfaitement à cet usage.

Fig. 12. Représente un puits de 280 pieds; il traverse trois couches. La première se trouve dans un terrain tellement dur, que toute maçonnerie devient superflue. Dans ce cas, pour mieux se garantir des eaux, on arrête la maçonnerie avant d'arriver à l'ouverture proposée pour la galerie; et, quel que soit le nombre ou l'abondance des sources qu'on aura traversées, il n'arrivera pas une goutte d'eau dans le puits. La chemise d'argile empêche l'eau de toucher le mur, et la forme cylindrique de ce mur présente toute garantie contre la pression hydrostatique. L'eau ne peut venir non plus par-dessous la dernière courbe; elle ne peut d'abord l'atteindre, et quand elle l'atteindrait et qu'elle la presserait avec la force due à toute la hauteur depuis le sol, elle serait combattue par une hauteur égale de maçonnerie qui l'emporterait sur elle par sa gravité spécifique. Il faut seulement avoir le soin de bien poser la courbe sur le rocher, en nivelant ce dernier et en y mettant un peu de terre glaise passée au crible.

La deuxième couche se trouve en B. Si on n'a pas l'intention d'entrer dans cette couche, et qu'on veuille se réserver la faculté d'y aller plus tard, on pratique dans la maçonnerie un double arceau, *fig. 13*. Cet arceau se trouve simplement

dans l'épaisseur du mur, de manière à ne rien changer de ses deux parois. L'intérieur de l'arcceau est bâti plein comme le reste du mur, et on n'a qu'à ôter cette partie intérieure quand on veut y faire la galerie B.

Supposons qu'on veuille entrer immédiatement par une galerie dans la troisième couche M. Dans ce cas, on continue la double voûte, *fig. 13*, jusqu'à une distance convenable, soit de dix ou douze pieds, après quoi on la poursuit à la manière ordinaire. Dans un puits de cinq pieds, les doubles voûtes peuvent avoir de 3 à 4 pieds de largeur, et autant de hauteur de centre en centre de chaque voûte.

Ce système de construction pour les puits, connu sous le nom de *quaffering*, est celui qu'on emploie en Angleterre lorsqu'il s'agit d'empêcher les sources d'y entrer en les refoulant derrière les parois. Il existe encore une méthode plus dispendieuse, à laquelle on a recours pour traverser des sables qui n'ont aucune consistance et qui roulent à travers la moindre ouverture, aussi vite qu'on les enlève. Je pourrai faire connaître ce système dans une prochaine communication. Il est trop cher pour qu'on s'en serve généralement; mais il remplit parfaitement son but, celui de franchir des couches ébouleuses de sable. A quelques localités près, où le bois serait à très bon marché, le *quaffering* me paraît le moyen le plus convenable en France comme en Angleterre; il doit finir par être généralement adopté, parce qu'avec de légères modifications il est applicable partout. Quelle que soit l'abondance des eaux à traverser, il n'y a que le manque de renseignemens et d'ouvriers habiles ainsi que la cherté des briques qui

aient pu en empêcher l'adoption. Je pense avoir remédié au premier inconvénient par cette notice; quant aux ouvriers, le seul moyen, en commençant, c'est de les faire venir de l'autre côté de la Manche. Les briques ne sont chères que par le peu d'habitude qu'on a de les fabriquer. Dans les parties de la France voisines de la Belgique, le prix n'en est pas élevé; dans le Midi on est parvenu depuis deux ans à en réduire le prix de plus de 5 p. 100; on le fera baisser bien davantage. Il faut observer cependant que, pour des constructions du genre de celles dont nous parlons, il faut rigoureusement les dimensions suivantes : $8 \frac{1}{2}$ po. sur 4 po., et $2 \frac{1}{2}$ d'épaisseur.

Il est indispensable qu'elles soient parfaitement cuites et faites avec de la terre qui ne soit pas trop grasse, car autrement elles se fendent et se déjettent, et leur surface est trop unie pour faire corps avec le mortier. Il ne faut pourtant pas non plus que la terre soit assez maigre pour les rendre fragiles. Quand elles ne sont pas assez cuites, elles se ramollissent par l'humidité et par le temps.

Des briques bien faites et du bon mortier forment une bâtisse parfaitement liée et indestructible. Il ne faut pas avoir recours à des cimens hydrauliques. Lorsque la chaux et le sable sont reconnus de bonne qualité, que le mortier est bien pétri et passé au crible, que les briques sont bonnes, il en résulte la meilleure bâtisse qu'il soit possible de faire.

Aux mines du Vigan, où l'affluence des eaux forme la grande difficulté de l'exploitation des couches de houille, il existe un travail fort remarquable en *quaffering*.

Un puits carré long, boisé à la manière ordi-

naire du pays, servait à l'extraction d'une première couche épuisée dans cette partie. Il fallait foncer le puits pour en chercher une deuxième, mais la machine était à peine suffisante pour l'épuisement des eaux de la première couche, de la profondeur même de cette couche; elle ne pouvait suffire à aucun surcroît de travail, soit par la descente ou l'infiltration de ces eaux dans la deuxième couche, et l'augmentation de profondeur de l'épuisement qui en serait résulté, soit par les nouvelles eaux qui pourraient se découvrir dans la deuxième couche et qui augmenteraient la masse d'eau à élever.

Il fallait donc chercher un moyen d'arriver à la deuxième couche sans y entraîner les eaux de la première, et d'arrêter ces eaux par un revêtement imperméable du puits, de manière à ce qu'elles restassent mortes dans la couche où elles se trouvaient. Cette tâche était d'autant plus difficile qu'il y avait trois galeries dans la couche, qui arrivaient jusqu'au puits sur trois de ses côtés et jusqu'au même niveau. Il y avait ensuite une quatrième galerie de communication plus bas. Il fallait par conséquent que le revêtement du puits traversât ces quatre ouvertures, refoulant la masse d'eau derrière lui, et conservant l'intérieur du puits à sec.

Le travail a été conduit de la manière suivante :

Au lieu de foncer la partie inférieure du puits, destinée à trouver la deuxième couche, dans la même forme que la partie supérieure, on changea graduellement le carré long en forme ronde; puis on suivit cette dernière forme jusqu'au fond. Le terrain était assez solide pour permettre tout le foncement qui restait à faire sans soutenir les pa-

rois. Quand on fut arrivé au fond, on plaça la courbe et l'on commença le muraillement cylindrique avec sa chemise de terre glaise. On poursuivit ce revêtement en quaffering sans interruption jusqu'à la première couche. Là on rencontra l'ancien boisage, qui fut successivement enlevé et remplacé par le quaffering, en coupant un peu la terre et en remblayant les angles de manière à convertir le carré long en forme ronde. Cette opération paraissait impraticable aux ouvriers du pays, parce que le puits avait été fait en partie dans un terrain très ébouleux; elle se fit cependant sans un grand embarras. La bâtisse étant arrivée jusqu'au sol, et le puits présentant un cylindre uniforme et complet de bas en haut, on arrêta la machine à vapeur pour vérifier le travail. Ce fut alors qu'on reconnut l'extrême perfection et la solidité de ce genre de construction. Il ne venait pas d'infiltration, pas une seule goutte d'eau dans le puits. Les endroits derrière lesquels se trouvaient les embouchures des galeries ne présentaient aucun signe d'humidité, bien que l'eau reposât contre le quaffering, même avec une certaine pression. Au fond du puits tout était sec, et l'on put entrer dans la nouvelle couche sans eau et sans crainte d'en recevoir de la couche supérieure.

Il y a maintenant quatre ans que ce quaffering est fait; il n'a subi aucun changement apparent, et reste toujours imperméable. D'autres sources ont été rencontrées dans la nouvelle couche, et par suite des travaux dans la houille on a fait de grandes excavations. Dernièrement, pour diminuer le danger que pouvait offrir pour les ouvriers de la deuxième couche le poids des eaux supérieures, on en a retiré une partie par une ga-

lerie sinueuse aboutissant à un autre puits. Mais toutes les fois qu'on a besoin de les laisser remonter, ce qui arrive souvent, soit pour renouveler des pistons ou pour toute autre cause, on le fait sans crainte et jusqu'aujourd'hui sans accident.

Pour ce qui regarde la dépense de ce genre de construction, je ferai observer que 100 pieds de quaffering ont été faits par deux maçons anglais (bricklayers) travaillant nuit et jour, par postes de six heures, dans vingt-et-un jours. Nous les payâmes 30 francs le mètre de hauteur de puits : les manœuvres étaient à leur charge. Il entra 730 briques par mètre de hauteur. Le diamètre de ce puits est de six pieds; mais je conseillerai cinq pieds de préférence, attendu que cette dimension suffit à tous les besoins possibles. Nous avons deux puits de cinq pieds de diamètre pour une exploitation nouvelle, avec une machine de 72 chevaux. Le puits d'épuisement contient déjà deux colonnes de pompes, et il reste plus de place qu'il n'en faudrait pour en placer un troisième.

NOTICE

Sur les creusets puisards des hauts-fourneaux à fer (1).

Par L. GRUNER, élève-ingénieur des Mines.

Pour obtenir d'un haut-fourneau la plus grande production possible, sans préjudice de la consommation du combustible, il importe de régulariser sa marche par des charges égales à des intervalles de temps égaux, par un vent de pression constante et de vitesse uniforme, et par des percées opérées à certaines époques fixes de la journée. Cette dernière condition surtout est essentielle, parce qu'une percée est toujours accompagnée d'un arrêt du vent. Il suit de là que, dans les usines où l'on fait beaucoup de petits objets de moulage (comme de la poterie) avec de la fonte de première fusion, l'on puise dans l'avant-creuset : cette opération se répète nécessairement plusieurs fois par jour, à moins d'avoir une énorme provision de caisses de moulage : la marche du fourneau doit toujours être plus ou moins irrégulière, et la production plus faible qu'elle ne le serait si l'on pouvait percer à des époques fixes.

Ce grave inconvénient fut senti depuis longtemps à l'usine royale de Malapane en Silésie, où presque toute la fonte du haut-fourneau sert à la

Usine de
Malapane.

(1) Les renseignemens contenus dans cette notice ont été en partie recueillis sur les lieux mêmes, en partie extraits de deux mémoires contenus dans les archives de Karsten, 2^e. Série, tome IV et V.

fabrication de poterie fine; et quoique la fonte ne fût puisée en général que trois fois par jour, la production journalière fut cependant diminuée d'un quart à un tiers.

Pour puiser la fonte par le procédé ordinaire, on enlève d'abord autant que possible les laitiers de l'avant-creuset, on arrête le vent, puis on pousse sous la pierre de tympe, une pelote de laitier durci, de manière à intercepter partiellement la communication entre l'ouvrage et l'avant-creuset, afin que les laitiers ne puissent plus pénétrer dans ce dernier.

Ce fut en 1828 que l'on fit le premier essai pour substituer à ce mode de puisement un autre qui devait rendre la marche du fourneau indépendante du moulage. On établit à gauche de l'avant-creuset, *Pl. II, fig. 1 et 2* (le trou de percée étant à droite), un creuset auxiliaire, séparé du premier par une paroi de briques réfractaires, mais communiquant avec lui par un canal établi au niveau du fond du creuset. Dans l'intérieur de ce creuset on plaça un vase d'une seule pièce ayant la forme d'un cône tronqué, et fait en argile réfractaire.

La paroi latérale était percée par une ouverture correspondant au canal de communication ci-dessus mentionné; canal qui permet à la fonte, mais non aux laitiers, de passer du creuset principal dans le creuset auxiliaire.

Par cette disposition on a l'avantage de pouvoir puiser de la fonte à chaque instant, sans être obligé d'arrêter le vent, et de pouvoir reverser l'excès de fonte dans le creuset sans craindre qu'une partie notable soit retenue dans les laitiers sous forme de grenailles, comme il arrive dans le cas d'un creuset ordinaire.

Cependant cet arrangement n'est pas sans inconvénient. Si la fonte grise n'est pas très chaude, elle devient facilement blanche dans le creuset-puisard, et c'est ce qui a lieu en effet pour la première couche de fonte qui a été long-temps en repos; il faut en conséquence la tenir constamment couverte de fraisil.

L'inconvénient que je viens de citer augmente à mesure que le creuset-puisard est plus éloigné de l'avant-creuset, et d'un autre côté, s'il en est trop rapproché, la paroi de séparation, ne pouvant résister à la pression de la fonte, se fend et menace d'être détruite; c'est ce qui arriva les deux premières années à Malapane, et ce n'est qu'en remplissant chaque jour la fente avec de la brasque que l'on peut maintenir la paroi.

Les dimensions les plus propres pour éviter les inconvénients signalés dépendent de la nature de la fonte. A Malapane, où elle est très grise, les expériences de cinq années ont fait admettre pour la paroi de séparation une largeur de 15^{po}. du Rhin (0^m,39) à sa base et de 13^{po}. (0^m,325) à sa partie supérieure. Le canal de communication a 4^{po}. (0^m,10) de largeur sur 5^{po}. (0^m,13) de hauteur. le creuset-puisard lui-même a 12^{po}. (0^m,31) de profondeur, autant de diamètre supérieur, et 9^{po}. (0^m,23) de diamètre inférieur.

Il est essentiel d'ailleurs de ne laisser pénétrer la fonte dans le creuset-puisard que quatre à cinq semaines après la mise en feu du fourneau, et de le chauffer sans cesse, pendant ce temps, avec un feu de charbon. Si l'on néglige ces précautions, il pourrait se former des fentes ou bien des dépôts de fonte. Pour fermer le canal de communication, on emploie de préférence un tampon de

charbon et du fraisil. Il faut aussi laisser constamment un peu de fonte dans le creuset afin qu'il ne se refroidisse pas trop.

Usine de
Rübeland.

Depuis deux ans, on fait usage de ces creusets-puisards dans une usine du Hartz à Rübeland, et on a l'intention d'en construire dans la plupart des usines du Brunswick.

A Rübeland, la fonte étant moins grise que celle de Malapane, on fut obligé, pour éviter le blanchiment de la fonte, de donner au canal de communication 0^m,15 de largeur et de l'exhausser jusqu'à quelques pouces sous la tympe, de manière qu'une partie des laitiers pût entrer dans le creuset-puisard et préserver la fonte du refroidissement.

M. Dasse, directeur de l'usine de Rübeland, se propose d'établir entre les deux creusets une porte en fer, ou espèce de trappe à charnière, de manière à pouvoir couvrir à volonté l'un des deux creusets pendant que l'on travaille dans l'autre. Il me semble qu'il serait préférable, pour diminuer la transmission de la chaleur, de la construire en briques maintenues par un cadre en fonte.

Usine de
Colonowska.

Il existe un second genre de creusets-puisards, établis d'abord à Colonowska, à trois lieues de Malapane, et dont j'ai vu un autre exemple en Bohême, à l'usine impériale de Halupkan près de Pilsen. Cette espèce de creusets, *Pl. II, fig. 3* et *4*, est préférable à l'autre, mais exige une disposition particulière de l'usine, et un haut-fourneau n'ayant pas plus de deux tuyères. Le creuset-puisard se trouve sur une face particulière du fourneau, et peut être considéré, ainsi que l'avant-creuset lui-même, comme un prolonge-

ment de l'ouvrage. Le fourneau a réellement, sur deux faces opposées, des avant-creusets semblables, avec la différence toutefois que la pierre de tympe du creuset-puisard se prolonge jusqu'à 0^m,16 du fond, afin d'écarter les laitiers, tandis que celle de l'autre se termine à la hauteur des tuyères qui est de 0^m,41.

Cette disposition exige sur la face postérieure du haut-fourneau assez d'espace pour y permettre l'emplacement de l'avant-creuset proprement dit, que l'on peut toutefois faire moins long qu'à l'ordinaire, puisqu'il ne sert plus alors que pour l'écoulement des laitiers, tandis que le creuset-puisard occupe la face de la poitrine, c'est-à-dire le côté du bâtiment de moulage.

La fonte n'est pas sujette à blanchir lorsqu'on fait usage de ce genre de creuset, pourvu qu'elle soit couverte par une couche de fraisil.

Les dimensions du creuset-puisard sont à Colonowska de 0^m,42 de largeur sur 0^m,36 de longueur.

Les deux systèmes de creusets-puisards signalés dans cette notice sont représentés avec tous les détails nécessaires par les *figures 1, 2, 3 et 4* de la *Planche II*.

NOTICE*Sur des expériences relatives à l'emploi de l'air chaud dans les forges de serrurerie (1).*

Par M. LECOQ, aspirant-ingénieur des mines.

Les expériences qui sont décrites dans cette notice ont été faites dans les ateliers de MM. Jacquemard frères serruriers, le premier rue d'Assas, n°. 26, le deuxième rue Albouy, n°. 15.

Une première suite d'expériences a été faite, le 9 mars dernier, dans la rue d'Assas. On a effectué le même travail de serrurerie dans deux forges placées dans les mêmes circonstances, sauf la température de l'air qui était projeté dans le foyer.

Dans le premier essai, la tuyère à l'air froid ayant 30 millim., on donna 33 millim. à la tuyère à l'air chaud. Le travail à l'air chaud donna une diminution dans le déchet du fer; mais une consommation plus grande en combustible.

Dans un deuxième essai, on réduisit à 27 mill. le diamètre de la tuyère à l'air chaud. Cette fois, on obtint par l'emploi de l'air chaud une diminution dans la durée de l'opération et dans la consommation du combustible, mais le déchet fut plus considérable.

(1) M. le directeur général, dans le but de faire constater les avantages que présente l'emploi de l'air chaud dans les forges de serrurerie, a donné à M. Lecoq la mission de diriger une série d'expériences relatives à ce procédé de forgeage. Le présent article est un extrait du rapport que M. Lecoq a rédigé à la suite de cette mission.

Au reste, on reconnut que la nature du travail du forgeage ayant été mal choisi, ces résultats ne pouvaient être regardés comme concluans. Je crois inutile de m'y arrêter plus long-temps.

Je décrirai avec plus de détails les expériences qui furent faites le mois de mai dernier dans la rue Albouy.

Le 16 mai, la forge marchant à l'air froid, on fit 13 soudures telles que nous le dirons plus bas. On démontra ensuite la forge, l'appareil à chauffer l'air fut placé et le 20, le même forgeron recommença le même travail; le soufflet resta également chargé dans les deux expériences. La *planche II* (*fig. 5....13*) et l'explication de cette planche, placée à la fin de cette notice, font connaître, dans tous ses détails, l'appareil employé pour le chauffage de l'air.

Le travail choisi fut le soudage de barreaux de fer de 4 centimètres d'équarrissage, et de $\frac{1}{2}$ à 1 mètre de longueur. On n'avait d'autre but, dans cette opération, que de constater les effets de l'emploi de l'air chaud; aussi les barres soudées ne furent-elles pas parées, travail tout-à-fait de main-d'œuvre. Voici comment se fait une soudure: les deux barreaux à souder sont enfoncés sous une espèce de voûte en charbon mouillé, dans l'intérieur de laquelle arrive le jet d'air; un barreau est ensuite retiré et amorcé, c'est-à-dire qu'on refoule son extrémité, et qu'on l'étire en forme de biseau à coups de marteau. Le premier barreau est remis au feu: le second est retiré et amorcé de même; il est remis au feu; enfin on retire les deux barreaux à la fois pour les souder ensemble. Le forgeron manœuvre les barres de fer, deux ouvriers frappent dessus à coups de marteau; le souffleur aide aussi à battre.

Les barres de fer furent pesées avant et après le soudage, pour qu'on pût évaluer le déchet.

Le charbon qu'on devait employer dans chacune des deux opérations fut pesé sec, puis fut mouillé comme il a besoin de l'être pour le travail de la forge, et ensuite mesuré. Ce qui resta après chaque opération fut également mesuré, et l'on put avoir ainsi le poids du charbon consommé. Le charbon qu'on emploie est de la houille menue de St.-Étienne.

Chaque fois, avant de se servir de la forge, on garnit de la même manière le foyer de fraïsil ou petits fragmens de houille en partie carbonisée. Après chaque opération il resta du coke embrasé dont on n'évalua pas la quantité.

La tuyère avait à l'air froid 29 millimètres de diamètre, à l'air chaud elle en avait 32.

Nous rapportons ici les détails circonstanciés de chacune des deux expériences.

Dans le tableau suivant, représentant le temps des différentes opérations de 11 soudures, les 3^e. et 8^e. colonnes donnent le temps pendant lequel le second barreau reste au feu. Ce second barreau est chaud en même temps que le premier, et on ne le laisse dans le foyer que pour qu'il ne refroidisse pas, pendant qu'on amorce le premier; souvent même alors on ne souffle pas. Si des nombres de chacune de ces colonnes on retranche ceux de la précédente, on a le temps nécessaire pour amorcer le premier barreau. De même, si des nombres des 4^e. et 9^e. colonnes on retranche ceux de la suivante, on a le temps employé à l'amorce du second barreau. Quelquefois, comme on le voit dans les colonnes relatives à l'air chaud, le premier barreau amorcé n'est remis au feu

qu'en même temps que le second. Les 6^e. et 11^e. colonnes indiquent exactement la durée de la chauffe nécessaire pour le soudage.

Numéros des soudures.	AIR FROID.					AIR CHAUD.				
	1 ^{re} . chauffe.		2 ^e . chauffe.		Temps total du soudage.	1 ^{re} . chauffe.		2 ^e . chauffe.		Temps total du soudage.
	Du 1 ^{er} . barreau.	Du 2 ^e . barreau.	Du 1 ^{er} . barreau.	Du 2 ^e . barreau.		Du 1 ^{er} . barreau.	Du 2 ^e . barreau.	Du 1 ^{er} . barreau.	Du 2 ^e . barreau.	
1	9	10,5	8	5	24	9,5	12	7	5	21,5
2	8	10	9	5	23	8	10,5	7	5,5	20,5
3	9	12,5	9,5	6	25,5	7,5	9,5	5,5	3,5	18
4	10	12,5	13,5	9,5	31	10	11,5	5	5	21,5
5	11,5	17	11	6,5	32	9,5	11,5	6,5	6,5	24
6	10	12,5	13,5	10	32	7	9	6,5	6,5	21
7	9,5	12	6	4,5	25	7	9	8	7	23
8	10,5	14,5	12	8,5	28	9	11,5	7	7	25
9	8	9,5	9	6	24	7,5	10,5	9	9	25,5
10	8	11	8	6	25	6,5	7,5	5,5	5,5	17,5
11	7	12,5	7	3,5	23,5	7,5	7,5	12,5	12,5	27
Moyennes.	9,13	12,22	9,98	6,45	26,63	8,09	10,00	7,22	6,63	22,22

Deux soudures ont été faites sans amorce.

Numéros des soudures.	AIR FROID.		AIR CHAUD.	
	Durée de la chauffe.	Temps total du soudage.	Durée de la chauffe.	Temps total du soudage.
1	15	20	10	14
2	12	18	11	13
Moyennes. . . .	13,5	19	10,5	13,5

A l'air froid, le déchet du fer a été pour les 13 soudures de 6^{kil.},3. La consommation en charbon pour les 13 soudures a été de 64^{kil.},03.

A l'air chaud, le déchet du fer pour les 13 soudures a été de 5^{kil.},7. La consommation du charbon pour les 13 soudures a été de 65^{kil.},50.

Nous nous bornerons à comparer les durées de la première chauffe du 1^{er}. barreau, celles de la seconde chauffe du second barreau, et les durées totales du soudage, nous comparerons aussi les déchets du fer.

Comparaison des deux séries d'expériences.

	Durée de la 1 ^{re} . chauffe.	Durée de la 2 ^e . chauffe.	Temps total du soudage.	Barreaux non amorcés.		Déchet.
				Durée de la chauffe.	Temps total du soudage.	
Air froid	m. 9,13	m. 6,45	m. 26,63	m. 13,50	m. 19	kil. 6,3
Air chaud.	8,09	6,63	22,22	10,50	13,5	5,7
Différences des quantités.	1,04	"	4,41	3,00	5,50	0,6
Rapports des différences aux quantités correspondant à l'air froid.	0,113	"	0,165	0,222	0,289	0,095

Les résultats de l'emploi de l'air chaud sont, comme on le voit, une diminution, pour la première chauffe, des 11 centièmes et, pour le temps total du soudage des 16 centièmes du temps employé à l'air froid. Si la deuxième chauffe n'a pas éprouvé une diminution de durée, c'est peut-être parce que, comme nous l'avons déjà dit, les deux barreaux étaient remis au feu en même temps

pour la chaude du soudage. La diminution de durée est bien plus notable si on considère les barreaux non amorcés, elle est de près d'un quart pour la chaude, et de plus d'un quart pour le temps total du soudage. La diminution du déchet est de près d'un dixième.

Quant à la consommation en combustible, elle peut être considérée comme à peu près la même dans les deux cas pour le même travail.

Le 24 mai on recommença, dans la même forge, une nouvelle série d'épreuves semblables aux premières. On avait démonté l'appareil à air chaud, et rétabli la tuyère à air froid, telle qu'elle existait d'abord. Pour le 28, l'appareil à air chaud fut remplacé, mais cette fois la tuyère n'avait que 29 millimètres de diamètre, comme à l'air froid, au lieu de 32 qu'elle avait dans les premières expériences.

Dans ces nouveaux essais on avait pour but d'évaluer encore, avec plus de rigueur que la première fois, la consommation en combustible. Pour cela on pesa le charbon, on pesa l'eau qui y fut ajoutée, on eut ainsi le poids du charbon mouillé. À la fin de chacune des deux opérations on pesa le charbon mouillé restant, et il fut facile d'avoir le poids du charbon sec consommé. Pour éviter les erreurs qui pouvaient résulter de l'inégalité d'humidité du combustible au commencement et à la fin de l'expérience, on ne mit dans le baquet qu'un très léger excès de charbon sur la quantité qu'on savait, d'après les premiers essais, devoir être employée.

On prit les mêmes précautions que la première fois pour mettre le foyer en feu. Le déchet du fer fut évalué de la même manière. Le travail exécuté

fut le soudage des mêmes barreaux, qu'on avait coupés par la moitié. Ce fut le même forgeron que la première fois qui exécuta, le 24 et le 28 mai, 13 soudures de la manière qui a été décrite précédemment.

Les durées des différentes chaudes furent évaluées pour chaque soudure, et sont consignées dans les deux tableaux suivants :

Nombres des soudures	AIR FROID.					AIR CHAUD.				
	1 ^{re} . chaude		2 ^e . chaude		Temps total du soudage	1 ^{re} . chaude		2 ^e . chaude		Temps total du soudage.
	Du 1 ^{er} . barreau.	Du 2 ^e . barreau.	Du 1 ^{er} . barreau.	Du 2 ^e . barreau.		Du 1 ^{er} . barreau.	Du 2 ^e . barreau.	Du 1 ^{er} . barreau.	Du 2 ^e . barreau.	
	m.	sp.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.	m.
1	9,5	12	8	5	28,5	18	20	12,5	8,5	35,5
2	9	11	15	11	30	8,5	10,5	10	4	23,5
3	10	11	7	7	29	9	12	7	7	25,5
4	13	15	9	9	30	7	9	6	8	19
5	10,5	13,5	7	5,5	24,5	7	9	4,5	4,5	17
6	8	12	10,5	3,5	24	8	10	9,5	7,5	23
7	10,5	13,5	7	5	24,5	6,5	7,5	5,5	5	16,5
8	9,5	11	9,5	7,5	24	7	9	6	5	18,5
9	10	12	7,5	6	25	6,5	8	7	5	18
10	8	11	9	6	22,5	6	7,5	6,5	5	17
11	9	11	8,5	6,5	22,5	6,5	8	6	4,5	16
12	8,5	11	8,5	6,5	23,5	7	9	6	6	18
13	8	10	10,5	7,5	26	6	8	7,5	5,5	17,5
Moyennes.	9,50	11,69	9,00	6,61	25,69	7,08 (1)	8,95	6,79	5,58	19,12

(1) On remarque, dans les résultats qui se rapportent à l'air chaud, que la durée des chaudes de la première soudure est plus considérable que celle des autres : cela tient sans doute à ce que le souffleur fut dérangé quelques instans de son travail, et à ce que le charbon était trop mouillé, ce qu'on corrigea en ajoutant du charbon sec. Je crois donc qu'il est plus exact de prendre pour terme de comparaison, ainsi qu'on l'a fait dans ce tableau, les moyennes des 12 soudures suivantes.

A l'air froid, le déchet du fer a été pour les 13 soudures de 7^{kil.}. La consommation en combustible pour les 13 soudures a été de 73^{kil.},20 de charbon mouillé, ce qui fait 62^{kil.},68 de charbon sec.

A l'air chaud, le déchet du fer a été pour les 13 soudures de 4^{kil.},6. La consommation en combustible pour les 13 soudures a été de 75^{kil.} de charbon mouillé, ce qui correspond à 63^{kil.},20 de charbon sec.

Comparaison
des deux séries
d'expériences.

Nous comparerons seulement la durée de la première chaude du premier barreau, celle de la seconde chaude du second barreau, la durée totale du soudage et le déchet du fer.

	Durée de la 1 ^{re} .chaude.	Durée de la 2 ^e .chaude.	Temps total du soudage.	Déchet du fer.
Air froid.	min. 9,50	m. 6,61	m. 25,69	kil. 7,00
Air chaud.	7,08	5,58	19,12	4,60
Différences des quantités.	2,42	1,03	6,57	2,40
Rapports des différences aux quantités correspon- dant à l'air froid.	0,254	0,155	0,250	0,342

Les résultats de l'air chaud sont les suivants : la durée de la première chaude est diminuée de plus d'un quart; la durée de la seconde chaude d'un peu moins d'un sixième; la durée totale du soudage d'un quart, et le déchet du fer de plus d'un tiers de ce qu'il était à l'air froid.

La consommation en combustible peut être

considérée comme la même dans les deux cas pour le même travail. Ces résultats confirment ceux obtenus dans la première série d'expériences, et montrent de plus que la diminution du diamètre de la tuyère est avantageuse.

Comparons les mêmes quantités que précédemment, correspondant aux deux expériences à l'air chaud, et dans lesquelles il n'y a eu de différence que pour le diamètre de la tuyère. Comparaison
des deux séries
d'expériences
avec des tuyères
différentes.

	Durée de la 1 ^{re} .chaude.	Durée de la 2 ^e .chaude.	Temps total du soudage.	Déchet du fer.
Diamètre de la tuyère, 32 millim.	min. 8,09	m. 6,63	m. 22,22	kil. 5,70
Diam. de la tuyère, 29 m.	7,08	5,58	19,12	4,60
Différences des quantités.	1,01	1,05	3,10	1,10
Rapports des différences aux quantités correspondant à la tuyère de 32 mill. . .	0,124	0,158	0,139	0,193

On voit que la diminution de 3 millimètres dans le diamètre de la tuyère a procuré une économie de $\frac{1}{8}$ dans la durée de la première chaude, de $\frac{1}{6}$ dans la durée de la seconde, de $\frac{1}{7}$ dans la durée du temps total du soudage, et de $\frac{1}{5}$ dans le déchet du fer.

La mesure de la température de l'air projeté présentait d'assez grandes difficultés. On a craint qu'en plaçant dans l'intérieur de la caisse en fonte un thermomètre à *maxima*, le degré qu'il indiquerait ne fût dû à l'influence du rayonne- Température
de l'air projeté.

ment des parois fort échauffées plutôt qu'au contact de l'air. L'introduction du thermomètre dans la tuyère présentait cet inconvénient à un plus haut degré, car la tuyère est presque rouge, et il devenait en outre difficile de préserver l'instrument de l'action du charbon qu'on ne pouvait retirer sans diminuer l'échauffement de l'air injecté.

Voilà la manière dont l'essai a été fait, sans qu'on la crût exempte de toute cause d'erreur.

Un trou a été percé dans la boîte supérieure de l'appareil à échauffer l'air, au point indiqué par la lettre *k* sur la *fig. 6* de la *Planche II*. L'intérieur en fut taraudé de manière à ce qu'il pût être bouché à l'aide d'une vis en fer. Dans ce trou on introduisit l'extrémité d'un tube en tôle de 25 millimètres de diamètre, et de 15 centimètres de longueur. L'extrémité inférieure de ce tube était ouverte, l'extrémité supérieure était fermée par une petite plaque percée, à son centre, d'un trou par lequel on avait introduit le réservoir du thermomètre dans l'intérieur du tube. Le thermomètre était gradué sur verre, et marquait jusqu'à 210 degrés centigrades. L'extérieur du tube fut garni de terre pour empêcher la fuite de l'air, et de laine pour éviter l'influence de la température extérieure. Le mercure s'éleva lentement, et parvint à 203°, terme qu'il ne dépassa point.

Lorsqu'on eut retiré le thermomètre, on introduisit dans le trou *d* un petit morceau d'alliage fusible à 180°, et il fondit.

Tels sont les résultats obtenus de ces divers essais. Je ne terminerai pas ce rapport sans signaler la complaisance avec laquelle MM. Jacquemard se sont prêtés à toutes les précautions minutieu-

ses que nécessitaient des expériences d'aussi courte durée pour donner des résultats certains, et l'esprit d'impartialité avec lequel ils ont fait l'essai de cette nouvelle application de l'air chaud.

PLANCHE II.

Description de l'appareil à chauffer l'air destiné à alimenter une forge de serrurerie.

Fig. 5. Elévation antérieure de l'ensemble de l'appareil muni de sa tuyère *d* et de sa plaque *c*.

Fig. 6. Elévation latérale de la caisse intérieure *b*; la plaque étant supposée enlevée.

Fig. 7. Plaque en fonte *c* dont la partie échancrée s'ajuste entre les deux collets indiqués par les lettres *c* *c* sur les *fig. 6* et *8*.

Fig. 8. Plan de la même caisse vue en dessus.

Fig. 9. Plan de la caisse vue en dessous; on aperçoit les diaphragmes qui divisent sa capacité intérieure: l'épaisseur des parois et des cloisons est de 5 millim.

Fig. 10. Caisse extérieure *a* en fonte, dans laquelle entre la caisse *b*. On remplit avec du mastic l'espace compris entre les deux caisses. L'air arrive des soufflets par le tuyau *g*, entre dans l'espace compris entre les faces horizontales des deux caisses, suit le chemin indiqué par des flèches sur la *fig. 9*, remonte dans la partie de la boîte qui est verticale et va sortir par la tuyère.

L'appareil est scellé dans la maçonnerie qui constitue le foyer. Le charbon est placé en *h*, *fig. 6* et *8*.

La même figure présente une coupe verticale de la caisse *a* par le plan *AB*.

Fig. 11 et *12.* Détails de la tuyère sur un échelle double de celle sur laquelle ont été construites les autres parties de l'appareil. La tuyère est fixée à la caisse supérieure à l'aide de deux vis *ii* indiquées sur la *fig. 8*.

L'inconvénient que présente cette forme de tuyère, c'est que lorsqu'elle s'use, son orifice s'agrandit considérablement; on compte y remédier en terminant, vers l'orifice, le vidé intérieur par une partie cylindrique. On se propose aussi de remplacer la partie antérieure qui à la forme d'une calotte sphérique par un cylindre de même saillie.

NOTICE

Statistique et géologique sur les mines et le terrain à anthracite du Maine.

Par M. Ed. BLAVIER, ingénieur des mines.

Les premiers travaux de recherche qui donnèrent l'éveil sur l'existence, dans les départemens de la Sarthe et de la Mayenne, des couches qu'on y exploite aujourd'hui sur plusieurs points, datent de l'année 1813. Historique. 1

Mais, ainsi qu'il arrive le plus souvent dans ces sortes d'entreprises, les auteurs des fouilles, ou les firent sans discernement, ou bien, ne prévoyant pas l'importance des résultats qu'ils pourraient en obtenir avec de la persévérance, se découragèrent trop vite. Elles furent abandonnées, et c'est seulement en 1818 que de nouvelles recherches furent faites sur la lisière des deux départemens de la Sarthe et de la Mayenne, et en 1822 que le gouvernement accorda à deux sociétés, qui ne tardèrent pas à se fondre en une seule, les trois concessions désignées, dans les ordonnances, sous les noms de la *Dorbellière*, *Varennés*, la *Ragotière* et le *Pont-Besnier*.

En 1825 furent accordées à d'autres sociétés, sur d'autres points du département de la Mayenne, les concessions de la *Bazouge de Chéméré* et de *Gomer*.

Les cinq concessions sont toutes situées dans la Sarthe, ou dans la partie du département de la Mayenne qui l'avoisine.

Tome VI, 1834.

Vers la fin de l'année 1830, des explorations, entreprises dans la région occidentale de la Mayenne, ont conduit à la découverte de couches nouvelles d'anthracite; et dans ce moment trois sociétés distinctes sont en instance auprès de l'administration pour obtenir chacune une concession de mine, l'une dans la commune de l'*Huisserie* près de Laval, les deux autres dans les environs de la *Baconnière*, canton de Chailland. Plus récemment encore (en 1832) deux autres compagnies ont formé des demandes en concession relatives à des couches d'anthracite, étudiées par elles dans le voisinage des premières mines d'anthracite ouvertes dans le Maine. Ces exploitations sont situées dans les communes d'Épineu-le-Seguin et Cossé-en-Champagne, appartenant à la Mayenne, et dans celle de Viré, qui fait partie de la Sarthe.

Il convient aussi de mentionner, dans cette nomenclature des mines de charbon minéral en exploitation, ou sur le point de l'être, dans la Mayenne, une mine de houille ouverte, en 1828, dans la commune de St.-Pierre-Lacour, limitrophe du département d'Ille-et-Vilaine, et concédée en 1830 à une société dont les travaux n'ont pas été heureux jusqu'à présent.

Description des combustibles.

Toutes les mines ci-dessus mentionnées, excepté la dernière, donnent un combustible prenant feu avec difficulté, brûlant avec peu ou point de flamme, et laissant un résidu terreux, souvent très abondant, et atteignant parfois jusqu'à 40 pour cent de la masse incinérée. Ce sont bien là des caractères appartenant à l'anthracite. Ces qualités limitent les usages auxquels on peut appliquer ce charbon dans les arts.

Toutefois on distingue en général, dans une même couche, deux variétés de ce combustible, différentes par leurs caractères extérieurs et d'inégale pureté.

Le charbon qu'on appelle *carré* sur les mines, à cause de l'espèce de cristallisation cubique qu'il affecte, analogue à celle de certaines houilles, est beaucoup plus pur que la variété la plus commune qui est par feuillets contournés. Il ne contient guères que 6 à 10 pour cent de parties terreuses (1).

On l'emploie avec succès dans certains travaux de maréchalerie. Du reste, dans la plupart des couches, le charbon carré est en proportion assez faible pour que l'on ne se donne pas la peine de le trier.

Le grand emploi de l'anthracite s'applique à la cuisson de la pierre calcaire pour la fabrication de la chaux, dont l'agriculture fait depuis quelques années, notamment dans le département de la Mayenne, une consommation très considérable.

Le produit moyen des mines d'anthracite, pendant les trois années 1828, 1829 et 1830, a été

(1) Dans les couches de la *Baconnière*, on trouve certaines variétés d'anthracite dont la teneur en matières terreuses est moindre encore. Trois qualités provenant de cette localité ont fourni les résultats suivans :

Anthracite de			
	La Chaumière.	La Clé.	Les Bordenaux.
Carbone.	0,817	0,735	0,665
Eau et bitume.	0,086		
Pyrite de fer.	0,043		
Eau et ammoniaque.	"	0,090	
Eau et sel ammoniac.	"	"	0,085
Matières terreuses.	0,030	0,175	0,250

Emplois de l'anthracite.

de 190,000 hectolitres, dont une proportion très minime et négligeable a été employée à la clouterie. Le reste a servi à fabriquer de la chaux. Le produit des mines n'a pas suffi à l'alimentation du pays, car il a été tiré de l'Anjou, pendant ces trois mêmes années, pour le département de la Mayenne, une quantité moyenne de 57,000 hectolitres par an.

Le produit moyen des mines du bas Maine, pendant les deux années 1831 et 1832, a été de 239,000 hect. Il a dépassé 350,000 hect. en 1833.

Le prix moyen de l'antracite pris sur la mine est de 1^{fr.} 75 l'hectolitre.

Cuisson de la
Pierre à chaux.

Tel a été l'état de l'industrie qui s'applique à la fabrication de la chaux, dans le département de la Mayenne, pendant l'année 1831 (1) : on a allumé 88 fours à chaux, dont 17 ont été alimentés par du bois, et les 71 autres par de l'antracite ou de la houille. Ils ont produit 580,000 hect. de chaux (presque toute la chaux fabriquée dans la Mayenne est grasse); sur ce nombre, l'agriculture emploie à très peu près 470,000 hect., et le restant est appliqué aux travaux de construction.

En 1833 il existe 150 fours à chaux, savoir : 99 au charbon de terre et 51 au bois : 132 ont été allumés et ont fabriqué environ 650,000 hect. de chaux.

(1) Il est à propos de faire observer que cette notice a été rédigée, et adressée à M. le directeur général des ponts et chaussées et des mines, en 1831. Elle a été renvoyée en 1833 à M. Blavier afin qu'il appuyât la partie géologique d'une collection de roches du pays. L'auteur a profité de cette circonstance pour compléter les données statistiques qui s'étaient considérablement modifiées pendant les années 1831, 1832 et 1833.
R.

On estime que depuis douze ans que sont exploitées les mines d'antracite, les propriétés ont augmenté, grâce à l'accroissement des produits, dû surtout à l'emploi général de la chaux sur les terres, de un tiers de leur valeur à cette époque, et même de moitié dans quelques localités.

Les mines de St.-Pierre-Lacour, l'Huisserie et la Baconnière, lorsqu'elles auront pris tout le développement qu'elles comportent, produiront sans doute, pour la partie occidentale du département de la Mayenne, l'effet que les mines situées vers la Sarthe ont produit à l'égard de la portion orientale.

Partout la découverte d'une mine est considérée à bon droit comme une source de richesses; mais c'est surtout là où ses produits réagissent, comme dans la Mayenne, sur l'état de l'agriculture, cette industrie essentiellement nourricière, que cette création de richesses se montre immédiatement aux yeux de tous par la valeur nouvelle qu'elle apporte aux propriétés.

Mais en limitant à la fabrication de la chaux l'emploi du précieux combustible dont est si abondamment pourvu le département de la Mayenne, on a considérablement borné son utilité réelle.

Nul doute en effet qu'on ne puisse l'appliquer avec avantage et économie au chauffage domestique dans des poêles, ou même des cheminées disposées exprès, à la cuisson des briques, à la fabrication des produits chimiques, en général au chauffage des chaudières, et notamment de celles des machines à vapeur (1).

(1) M. Blavier fait observer qu'à l'époque où il rédigeait cette notice, on essayait, aux mines de Sablé, de faire mar-

Combien il est à regretter que ce combustible ne soit pas, ou du moins n'ait pas été jusqu'ici applicable à la fabrication de la fonte de fer dans les hauts-fourneaux! Sur plusieurs points des départemens de la Sarthe et de la Mayenne existent de beaux dépôts de minerai de fer confinant avec des couches abondantes d'anthracite : cette contrée serait appelée à de hautes destinées métallurgiques le jour où serait trouvée la solution favorable de ce problème de sidérotechnie, dont les essais, suivis avec soin à Vizille (Isère), par M. l'ingénieur en chef Gueymard, ont jusqu'ici donné une solution négative.

Description des principales exploitations.

Sablé.

L'importante exploitation de Sablé est située à une demi-lieue N.-O. de Sablé, arrondissement de La Flèche, au lieu dit *Fercé*.

La couche d'anthracite, sur laquelle sont établis les travaux, est d'une grande régularité dans sa puissance, qui s'éloigne peu de 1 mètre. Cette couche, dans sa partie reconnue, sur une longueur de plus de 1,200 mètr., affecte assez bien la forme d'une surface gauche, qui serait engendrée par le mouvement d'une ligne droite horizontale qui s'appuierait constamment sur une ligne droite verticale, et sur une autre inclinée vers le N.-N.-E. de 45 degrés environ. La direction de la ligne d'affleurement est à peu de chose près E.-S.-E., O.-N.-O.; c'est la direction générale des couches du terrain.

cher une machine à vapeur avec de l'anthracite et qu'aujourd'hui deux machines de vingt chevaux sont alimentées avec ce combustible.

R.

La directrice inclinée à l'horizon doit être supposée à l'extrémité orientale des travaux, et distante de 800 mètres environ de la directrice verticale.

On voit que la nappe engendrée par la génératrice, supposée prolongée à l'ouest de la verticale directrice, a une pente inverse de la nappe située à l'est. C'est ce qui a lieu en effet dans la couche d'anthracite de Sablé. A l'est elle incline au nord; puis elle se redresse pour prendre une inclinaison inverse à son extrémité occidentale.

L'anthracite est compris entre un mur très solide, dont la roche est une grauwaacke très dure, à grains de quartz très serrés, et un toit peu tenace d'une grauwaacke schisteuse, ou argile schisteuse noirâtre, très fréquemment sillonnée par de petites empreintes très fines, qui paraissent avoir appartenu à des roseaux. L'épaisseur de cette couche de schistes est en général de trois à quatre mètres, elle est souvent beaucoup moindre.

Voici quel a été le mode d'exploitation suivi jusqu'ici :

On a creusé, dans la couche même, et suivant son inclinaison, les puits de la *Tranchée*, *St.-Charles*, *St.-Barbe*, de la *Cuisine*, *St.-Joseph*, et la *Ragotière*; les quatre premiers, distans les uns des autres de 150 mètres, et allant de l'est à l'ouest; les deux derniers, plus rapprochés l'un de l'autre, et dans la partie sensiblement verticale de la couche.

Jusqu'à ce moment l'exploitation s'est faite depuis le jour jusqu'à la profondeur de 250 pieds, en marchant du haut en bas.

L'extraction de l'eau a lieu par les deux puits de *St.-Joseph* et de la *Ragotière*; 80 chevaux ap-

pliqués à des machines à molettes sont occupés à ce travail (1).

Le montage du charbon se fait aussi à l'aide de machines à chevaux, placées sur les autres puits.

Le système d'abattage est tout simple : après avoir divisé la couche en massifs de 9 mètres de hauteur prise suivant l'inclinaison, par des galeries d'allongement qu'on recoupe par des cheminées ou petits puits inclinés, on attaque chaque massif d'après la méthode des gradins renversés; chaque taille a trois mètres de hauteur.

Les schistes noirs qui se détachent du toit lorsqu'on fait l'abattage du combustible, ceux que la couche renferme quelquefois, et que l'on a soin de trier, servent à faire un demi-remblai, à l'aide duquel les travaux sont suffisamment consolidés pour qu'on puisse se dispenser de laisser des piliers autres que ceux qui servent à garantir la solidité des puits faits dans le charbon.

Le boisage n'offre rien de particulier qui mérite d'être rapporté.

Le roulage, dans toutes les mines du Maine et de l'Anjou, se fait d'une manière uniforme et assez coûteuse, c'est-à-dire par le moyen d'hommes s'attelant à un panier de forme elliptique, chargé sur un traîneau garni d'une bande de fer. Il est, on doit le dire, difficile dans quelques-unes de ces mines de faire mieux à cause de l'irrégularité des voies, qu'on ne peut éviter par suite du peu de régularité des couches qu'on exploite. Celle de Sablé n'est pas dans ce cas, et l'on pourrait incontestablement y diminuer beaucoup

(1) On a dit déjà que ce service était fait aujourd'hui par deux machines à vapeur de 20 chevaux. R.

les frais de roulage en le faisant faire par des chevaux, ou bien, si l'on redoute la dépense d'agrandissement des voies, à l'aide d'un petit chemin de fer, voire même de bois, sur lequel, avec des charriots convenables, un homme ferait l'ouvrage qui, par les moyens actuels, en occupe 4 ou 5.

Cette exploitation serait d'un grand produit pour ses entrepreneurs, sans la masse d'eau qui s'y fait jour, et dont l'extraction nécessite de grands frais. J'ai dit déjà que 80 chevaux étaient occupés autrefois à ce travail; dépense d'autant plus onéreuse que, faisant leur service presque constamment au grand trot, ces animaux étaient très promptement ruinés.

On a quelque peine à imaginer pourquoi les propriétaires de la mine de Sablé n'ont pas adopté depuis long-temps le parti qu'ils ont mis à exécution seulement depuis deux ans, consistant à remplacer cette force si coûteuse par une ou deux machines à vapeur.

Le puits de la Ragotière, sur lequel est placée la machine, a 360 pieds de profondeur.

La grande masse d'eau qui afflue dans ces travaux y est amenée par un banc d'un quartz grenu, extrêmement désagrégeable, qui court au nord de la couche d'anthracite, et n'en est parfois distant que de quelques mètres.

Ce quartz est souvent dans un état de désagrégeation complète et tout-à-fait à l'état de sable.

Lorsque, par le fait de l'exploitation, on s'approche d'une partie ainsi désagrégeée, il en résulte des venues d'eau considérables, et parfois tellement subites, que les travaux s'en trouvent inondés en quelques jours. C'est ce qui est arrivé déjà en 1829.

Il est souvent impossible de se soustraire à un état de choses aussi fâcheux. Mais la prudence conseille d'éviter toujours avec le plus grand soin d'imprudentes tentatives au toit.

La Bazouge.

Le gîte d'anthracite sur lequel est établie l'exploitation de la Bazouge est bien loin d'offrir la régularité de puissance et d'allure que nous a présentée celui de Sablé; ce gîte présente, non une couche continue, mais bien des amas en colonnes plus ou moins éloignées les unes des autres. Toutefois, ces amas sont renfermés par les deux mêmes couches de schiste argileux ou grauwacke schisteuse, formant le toit et le mur de ces dépôts; car en forçant l'intervalle entre deux colonnes, que l'on nomme *crain* dans ces mines, et se laissant guider par les caractères ocytognostiques des roches appartenant au toit et au mur, on passe d'un amas à l'autre.

Ces particularités de gisement se rencontrent dans un grand nombre de mines, mais rarement on les trouve aussi tranchées que dans celle dont il s'agit ici.

De ces cinq amas de combustibles, le plus important, par sa puissance et le riche aliment qu'il fournit à l'exploitation, est sans comparaison le second en les comptant du sud au nord. Sa puissance est de 6 à 8 mètres et sa forme à peu près prismatique. Il est, à certaines hauteurs, presque exactement terminé par quatre pans qui l'enferment complètement sans laisser échapper le plus petit filet de charbon.

Mode d'exploitation remarquable.

Le mode suivi pour l'exploitation de ce gros prisme d'anthracite, qui s'enfonce presque verticalement, et dont la base a moyennement 40 mètr. dans sa longueur et 7 dans sa largeur, me parais-

sant offrir quelque chose de particulier et de bon à imiter dans des circonstances analogues, je vais le décrire.

La masse du charbon est divisée par des galeries horizontales établies à l'appui du toit, et distantes entre elles de 10 mètres; l'on attaque les uns après les autres les massifs ainsi formés, en allant du haut en bas. Quant à l'exploitation d'un massif particulier, elle se fait de bas en haut, et voici comment.

A l'extrémité occidentale du massif, on prend une galerie dans le charbon du toit au mur : dès qu'elle est avancée d'environ 2 mètres, un second ouvrier en prend une au-dessus; celle-ci étant avancée suffisamment, un troisième ouvrier ouvre une autre taille au-dessus de la seconde; puis ensuite une quatrième au-dessus de la troisième. Ces tailles ayant 2 mètres de hauteur, sur à peu près autant de largeur, les quatre tailles laissent au-dessus d'elles un pilier de 2 mètres jusqu'à la galerie d'allongement supérieure. L'on ne prend ce pilier qu'après s'être assuré, par le moyen d'une petite cheminée montante, que le tassement des déblais supérieurs est achevé et complet, et qu'on peut agir en toute sûreté comme dans un terrain neuf.

La première tranche de deux mètres de large est donc, comme on vient de le voir, attaquée suivant la méthode des *gradins renversés*.

Dès que l'ouvrier de la taille inférieure est arrivé au mur, il ouvre à côté une seconde tranchée qui est attaquée et exploitée comme la première, mais avec plus de facilité pourtant, puisque le charbon est dégagé sur une face de plus, et qu'en outre l'entaillement successif des gradins se fait

de côté au lieu d'être pratiqué de bas en haut comme dans la première tranche.

Le boisage des tailles, l'abattage du charbon, n'offrent rien de particulier. Je ne m'y arrêterai pas et me contenterai de dire que les cadres du boisage n'ont de *soles* que dans les tailles prises au niveau de la voie. Dans les tailles des niveaux supérieurs, les montans d'un cadre s'appuient sur le chapeau d'un cadre inférieur. En outre les cadres sont liés les uns aux autres par les planchers sur lesquels est déposée la très petite portion de schistes charbonnés qu'on a triée dans l'abattage du charbon. Les cadres d'une même taille sont distans les uns des autres de 1 mètre.

Après la seconde tranche on en attaque une troisième, puis une quatrième et ainsi de suite.

C'est en général lorsque l'on commence l'exploitation de la quatrième que le toit, tout dégarni, commence à *travailler* dans les deux premières. Ils'affaisse tout doucement d'abord, en forçant les bois à céder : à certain point d'affaissement, les bois rompent sous la charge, le toit s'éboule jusque sur le mur, et va remplir tous les interstices; en général il se coupe assez net à partir de la tranche non encore exploitée complètement.

Ces éboulemens se font avec la plus grande régularité; les ouvriers connaissent à des indices certains lorsque le moment de se mettre à l'écart est arrivé. Sitôt le mouvement produit, tout danger est passé, et ils viennent se replacer sans crainte à leurs tailles.

De tranche en tranche on arrive ainsi jusqu'à la complète exploitation du prisme de charbon.

On a pendant ce temps préparé un massif inférieur.

On pourrait sans doute attaquer à la fois plusieurs massifs consécutifs, en ayant soin toujours que le supérieur fût en avance sur l'inférieur.

Je ne sais si cette méthode d'exploitation assez singulière, mais bonne au demeurant, puisqu'elle ne compromet pas, à l'aide de quelques précautions, la sûreté des ouvriers, et qu'elle permet d'exploiter toute la masse sans en rien laisser, est employée dans quelque autre localité; mais en tout cas elle me semble exiger la réunion des trois circonstances suivantes, qui se rencontrent à la Bazouge. La première, que la masse des combustibles ou de la substance utile ait par elle-même une grande ténacité et une grande consistance; la seconde, que la roche qui sert de toit présente au contraire une disposition prononcée à se rompre dès qu'elle n'est plus soutenue et qu'elle foisonne beaucoup; la troisième, que le terrain ne soit que peu ou point aquifère.

La puissance des autres colonnes d'anthracite étant toujours au-dessous de 2 mètres, l'exploitation s'en fait sans difficulté, et suivant la méthode ordinaire des gradins renversés.

Description géologique du terrain à anthracite.

La formation à laquelle appartient l'anthracite couvre les deux tiers du département de la Mayenne, comprenant les deux arrondissemens de Laval et de Château-Gontier.

Les roches essentielles qui la composent sont : l'anthracite, le calcaire, le quartz, le schiste argileux parfois micacé, la grauwacke, le grès et les poudingues.

Sauf quelques rares exceptions, la direction à

Etendue du terrain à anthracite.

pen près constante des bancs est E.-S.-E., O.-N.-O.

Le bassin intermédiaire s'appuie au nord sur les granites qui composent le sol de la partie septentrionale du département de la Mayenne, à partir d'une ligne sinueuse qui ne s'écarte pas extrêmement de la limite commune aux deux arrondissemens de Laval et de Mayenne.

Au sud, elle s'étend jusqu'à la bande de gneiss et de schistes micacés qui s'adossent aux granites qu'on rencontre dans le département de Maine-et-Loire, à la hauteur de Cholet, et qui, après avoir traversé la Loire au-dessous d'Ancenis, se dessine sur tout le littoral de la partie méridionale de la Bretagne.

A l'ouest, elle couvre presque toute la surface du département d'Ille-et-Vilaine, pénètre un peu dans le Morbihan et les Côtes-du-Nord, où elle est cernée par des schistes de formation plus ancienne.

A l'est, elle disparaît, à une petite distance de la lisière du département de la Sarthe, sous les calcaires horizontaux qui sont assez bien indiqués, dans leur ligne de naissance, par le cours de la petite rivière de la Vègre qui va se jeter dans la Sarthe un peu au-dessous de Sablé.

Cette formation, par tous ses caractères, appartient à la classe des terrains intermédiaires ou de transition.

Les caractères oryctognostiques des roches tendent à subdiviser cette formation en deux âges différens, mais dont il est vrai la limite commune est presque insaisissable.

Toutefois, c'est dans la partie centrale que doit être placée la formation d'âge plus récent.

Dans ce vaste bassin de transition, l'anthracite

et le calcaire ne paraissent pas sortir (1) d'une bande assez rétrécie, de forme triangulaire, dont la base serait une ligne, dirigée à peu près du nord au sud, comprise entre Sablé et Sillé-le-Guillaume (Sarthe), et dont le sommet devrait être pris dans le département d'Ille-et-Vilaine, vers Saint-Aubin-d'Aubigné, à vingt-huit ou trente lieues de cette base.

Le terrain de transition est, dans les limites du département de la Mayenne, recouvert par un petit nombre de dépôts géologiques postérieurs à la grande époque à laquelle sa formation appartient. Le représentant unique des terrains secondaires est un lambeau de terrain houiller situé dans la commune de St.-Pierre-Lacour, et que j'ai déjà mentionné dans la première partie de cette notice.

Ce petit dépôt houiller, circonscrit dans une superficie de quelques kilomètres carrés, repose en stratification non concordante sur la formation à anthracite, en sorte que la question des âges relatifs de l'anthracite et de la houille reçoit ici une complète et satisfaisante solution.

Les poudingues qui servent de base au terrain houiller de St.-Pierre-Lacour s'appuient directement sur des calcaires à encrines, ces mêmes calcaires qui, à l'est du département, alternent directement avec les couches d'anthracite.

Du reste, s'il n'y a pas d'anthracite précisé-

(1) Il faut en excepter une seule couche discontinue de calcaire marbre à encrines qui traverse le département de Maine-et-Loire et pénètre dans la Loire-inférieure, en passant par Beaulieu, Chalennes, Ancenis, et cessant de se montrer en même temps que la bande de schistes rouges qu'elle accompagne et dont il sera question plus loin.

ment dans la partie de la formation intermédiaire où s'est déposée la houille, il en existe, à une bien petite distance (moins de 1000 mètres), au midi de ce petit bassin houiller, une petite couche non susceptible d'exploitation dans la partie où elle a été étudiée, mais bien évidemment reconnue (au lieu dit : la Mare-aux-Loups).

Il ne manque au dépôt houiller de St.-Pierre-Lacour aucun des caractères qui dessinent si bien cette nature de terrain, et tout récemment je viens d'y découvrir quelques rognons de fer carbonaté lithoïde.

Le fond du petit bassin houiller est formé en général par une couche de poudingues, dont les fragmens, en schiste argileux, trouvent leurs analogues dans les roches schisteuses des environs. On trouve même, mais rarement, des fragmens de calcaire analogue à celui sur lequel il repose.

Des couches de grès à grains fins, dans lesquels le quartz et le mica dominant, et particulièrement le premier; des argiles schisteuses plus ou moins dures, renfermant une multitude d'empreintes de végétaux fossiles parfaitement conservés, et notamment les plus belles fougères; enfin des bancs d'une houille très bitumineuse, alternent, avec assez de régularité, sous un angle qui ne dépasse pas en général 30 degrés avec l'horizon.

Nous ne saurions affirmer qu'on doive classer, comme appartenant au terrain tertiaire proprement dit, plusieurs dépôts de sables et grès ou poudingues, qui recouvrent en bancs assez épais le terrain de transition, toujours dans les limites de la Mayenne. Les environs de Laval au midi et à l'est, et une partie de la route de cette ville à Château-Gontier, sont recouverts par des dé-

Terrains
tertiaires.

pôts semblables qui se montrent çà et là. Lorsque les sables sont agglomérés, ils le sont ordinairement par un ciment ocreux.

Je signalerai ici, bien qu'il soit en dehors des limites du terrain de transition, et qu'il repose sur le granite, un dépôt qui offre des caractères mieux déterminés, qui permettent de le ranger avec plus de confiance parmi les terrains tertiaires. C'est un petit bassin calcaire qui s'étend sur les communes de Grazei et de Marcellé (arrondissement de Mayenne), déposé dans les dépressions ou excavations qui se sont formées dans le granite. La formation se compose de bancs horizontaux et peu profonds, d'un calcaire coquiller sur lequel repose un banc de silex agatisé, caverneux, espèce de pierre meulière utilisée comme telle dans le pays.

Parfois le calcaire est mal agrégé, mélangé d'argile, et forme une sorte de marne; parfois aussi la pierre meulière est remplacée par une argile très alumineuse qui renferme des rognons plus ou moins volumineux d'un minerai de manganèse, dont j'ai le premier signalé et démontré la présence, et qui va donner lieu à une exploitation d'autant plus profitable, que le nombre des gîtes de minerais de manganèse en France est très restreint (1).

Minerai de
manganèse.

(1) Voici l'analyse du minerai de manganèse de la Mayenne :

Peroxyde de manganèse.	0,75	} 1,00
Eau.	0,16	
Peroxyde de fer.	0,06	
Argile.	0,03	

Cette composition dénote une espèce minéralogique nouvelle.

Minerais de fer. Parmi les dépôts modernes qui recouvrent le terrain de transition de la Mayenne, il ne faut pas omettre plusieurs gisemens importans de minerais de fer qui alimentent une partie des usines à fer de la Mayenne.

Je me contente d'indiquer ici la position des principaux, ayant le projet de rédiger une notice spéciale relativement à ces minerais dont l'étude m'a semblé offrir quelque intérêt.

Les gîtes de minerai de fer les plus importans sont ceux de Lambûche-des-Essarts, commune de Saint-Pierre-Lacour, du Bourgneuf et de Champ-Bouquet, commune du Bourgneuf.

Roches amphiboliques. Enfin je dois mentionner, comme étrangères à la formation anthraciteuse dont j'ai l'étude particulière en vue, certaines masses, probablement de nature pyrogène, dans lesquelles l'amphibole domine.

Dans la ville même de Sablé on voit une masse assez considérable et qui paraît s'étendre jusqu'à Sauvigné, de grunstein compacte, dur, non stratifié, mais traversé par beaucoup de fissures qui courent dans des sens divergens.

Une autre se montre sur les bords de la Mayenne à sa jonction avec la petite rivière du Vicoin, trois lieues au-dessous de Laval; elle est formée par une diabase porphyroïde, remarquable par la forme étoilée qu'affectent les cristaux de feldspath.

Roches du bassin à anthracite.

Je terminerai cette notice par la description des roches du bassin à anthracite.

Anthracite. L'anthracite se trouve ou bien en masses contournées, friables, se réduisant en poussière noire et très tachante sitôt qu'il est sorti de sa position dans la couche : il a un éclat graphiteux : il est gri-

sâtre, lourd à la main (à la Bazouge, à Gomer, à l'Huisserie), ou bien il est dur, sec, affectant une sorte de cristallisation, à cassure conchoïde, ayant un éclat demi-miroitant, mais jamais gras comme celui de la houille (à Monfrou, dans quelques couches de la Baconnière).

L'anthracite en brûlant ne colle point, il ne répand pas d'odeur bitumineuse et presque pas d'odeur sulfureuse. Les portions d'argile schisteuse noire, ou *terrées*, qu'on rencontre fréquemment interposées dans les couches d'anthracite et que l'on trie le mieux possible dans la mine pour les laisser parmi les déblais, sont au contraire très pyriteuses. Ceci s'applique aussi aux schistes noirs qui forment en général comme une espèce de salbande au toit ou au mur de la couche, et qui sont ordinairement très chargés d'une multitude de petites empreintes qui figurent assez bien des feuilles minces et alongées de roseaux d'une petite espèce.

Dans la seule localité de la Baconnière, on a trouvé dans les grauwackes schisteuses, accompagnant quelques couches d'anthracite, plusieurs genres de végétaux fossiles, parmi lesquels se distinguent quelques variétés de fougères, évidemment différentes de celles rencontrées dans le terrain houiller de Saint-Pierre-Lacour.

Le calcaire de la Mayenne est d'une texture demi-cristalline, de teintes variées, mais comprises en général entre gris clair et noir foncé. Il en existe quelques bancs de couleur rouge. Il est susceptible d'un beau poli; aussi l'exploite-t-on et le travaille-t-on comme marbre sur plusieurs points du département.

On peut citer les marbres de Saint-Berthevin,

Calcaire.

Marbres.

d'un assez beau rouge, d'Argentré, de Saint-Pierre-Lacour, de Saint-Jean-sur-Mayenne, d'un beau noir mat; de Cheméré, petit gris fort joli, d'une texture presque oolitique. (Dans les trois premières localités dénommées, il y a des carrières ouvertes.)

On exploite aussi le calcaire-marbre en grand près de Sablé (Sarthe); et la carrière ouverte à cet effet peut être citée comme un des plus beaux exemples qu'on puisse voir d'une stratification parfaitement régulière. Elle présente à l'œil quarante-cinq à cinquante lits de trois pieds environ d'épaisseur, d'un marbre d'un gris noirâtre traversé par de nombreuses veines blanches de spath calcaire, ayant une inclinaison approchant de 45° avec l'horizon, et séparés entre eux par une épaisseur de quelques pouces d'argile calcaire. On croit voir les feuilletés légèrement entr'ouverts d'un énorme livre fossile.

Quoique n'offrant pas partout cette remarquable régularité, les bancs de calcaire de la Mayenne sont en général bien stratifiés. Ils renferment tous plus ou moins abondamment des traces visibles de coquilles fossiles disséminées dans leur pâte. Il y a sous ce rapport une remarque intéressante à faire : les couches les plus méridionales de la formation calcaire renferment abondamment des encrines, des orthocères (?), etc.; (Sablé, Saint-Berthevin, Grez en Bouère, etc.); on n'y aperçoit pas de térébratules; tandis qu'au contraire, dans les couches les plus septentrionales, ce dernier fossile est extrêmement abondant (Evron, Saint-Ouen, Izé dans l'Ille-et-Vilaine, etc.). On trouve dans les couches si régulièrement stratifiées de Sablé un fort beau fossile qui, je crois,

n'a été rencontré encore dans aucune autre localité, et paraît appartenir à la famille des madrépores.

Le quartz est très abondant dans le grand bassin intermédiaire dont j'ai indiqué les limites. Dans la bande qui renferme l'antracite et le calcaire, c'est vers le nord que le quartz devient prédominant. Il se présente à des états très différens d'aggrégation; depuis l'état de plus grande compacité jusqu'à celui d'une désagrégation complète, qui en fait un sable friable. Parfois il arrive qu'une même couche présente ce dernier état sur sa crête et l'état compacte et dur à partir d'une certaine profondeur (Fercé). En examinant ces passages d'un état à un autre, soit dans une même couche, soit dans des couches voisines, j'ai été conduit à penser que les sables ou quartz sablonneux, ainsi que les quartz grenus, résultent d'une sorte de décomposition qui s'est produite dans les roches compactes. Cette opinion me semble d'autant plus fondée, que ces roches ne sont jamais homogènes, qu'elles renferment une proportion très petite, il est vrai, de feldspath mélangé, et que la décomposition spontanée de cet élément doit aider à la désagrégation des roches.

Certaines couches de quartz présentent en grand nombre de petites cavités en forme de spirale, qui ont sans contredit appartenu à un être organisé dont la dépouille a complètement disparu (Pont-Alin près de Laval, Saint-Jean-sur-Mayenne).

Il existe un grand nombre de variétés de phyllades dans le bassin intermédiaire dont il s'agit : par des passages différens, du phyllade caractérisé, on arrive au schiste micacé ou bien à la

Quartz.

Phyllades.

grauwacke. Les couleurs sont extrêmement variables dans ces schistes. Toutefois, dans la bande à anthracite, ceux qui alternent avec cette roche, avec le calcaire et le quartz grenu, sont en général grisâtres ou verdâtres.

Il y a, aux deux lisières sud et nord de la bande anthraciteuse, deux larges bancs de schistes ampélites qui se suivent avec une parfaite régularité. Ce sont comme les témoins des premiers et des derniers efforts que la nature a faits pour produire des roches carbonifères.

L'extrême analogie que ces ampélites présentent dans leurs affleurements avec le véritable anthracite, a donné lieu à plusieurs travaux de recherches infructueuses faites sur différens points de ces couches.

Si nous quittons la bande à anthracite, nous trouvons deux grandes lignes de schistes d'un rouge lie de vin, se poursuivant avec une grande continuité et une constante direction à travers le grand bassin de transition, et qui vont se perdre dans ses limites.

L'une de ces bandes prend naissance en Anjou, non loin de Doué, où elle plonge sous le calcaire secondaire; elle va passer à Chalennes, Ancenis, et s'arrêter près de Nort (Loire-Inférieure), aux micaschistes anciens. C'est sur elle que paraît avoir été creusé le bassin qui recèle le dépôt houiller de la Basse-Loire, sur lequel sont établies les mines de Saint-Georges, la Haie-Longue, Montjean, Montrelais, etc. (1).

(1) Ces schistes rouges prennent parfois une texture arénacée; et leur connexité avec le terrain houiller, qui repose dessus en stratification presque toujours concor-

La seconde bande va passer par Laguerche, Mordelles, Montfort (Ille-et-Vilaine), et se perdre à l'entrée des Côtes-du-Nord. Elle renferme souvent des noyaux de quartz blanc, distribués dans la pâte avec une sorte de régularité, et qui lui donnent un faux air de porphyre.

On n'a, à ma connaissance, trouvé de débris d'êtres organisés que dans les couches d'ardoises ou celles de schistes avoisinantes. On connaît les belles trilobites des ardoisières d'Angers, ainsi que les trilobites et les asaphes calyptées des environs de Bain (Ille-et-Vilaine).

Peut-être les couches d'ardoises doivent-elles, aux exploitations auxquelles elles donnent lieu, le privilège d'avoir, parmi les nombreuses variétés de schistes du bassin de transition, seules montré des débris d'êtres organisés.

La grauwacke est une roche fort commune dans la formation à anthracite, et surtout la grauwacke schisteuse, à laquelle, ainsi que je l'ai dit, les schistes argileux passent fréquemment. Je n'ai rien de particulier à en dire, si ce n'est que le quartz qui y domine, et que le feldspath y est rarement visible.

Les grès proprement dits sont rares. On pourrait peut-être citer comme telle la roche arénacée sur laquelle s'appuie la couche d'anthracite de

dante, m'a long-temps fait hésiter sur la place à leur donner. Je serais encore disposé peut-être à les rapporter à l'ancien grès rouge (old red-sand-stone), sans l'analogie parfaite dans les caractères oryctognostiques que j'ai trouvé entre eux, et certaines bandes de schistes argileux rouges, alternant avec des bancs d'ardoise appartenant avec toute évidence au terrain intermédiaire; et puis la discordance des stratifications est parfaitement caractérisée et visible en quelques points.

Ed. B.

Grauwick

Grès.

Monfrou, dans laquelle on distingue des fragmens de quartz, mica et feldspath, au milieu d'une pâte argileuse noirâtre : il en existe aussi de très analogues à la Baconnière. Je dirai par rapprochement, et sans prétendre en tirer de conséquence, que les anthracites de Monfrou et de la Baconnière sont, de toutes les variétés d'anthracite, celles qui, sans contredit, se rapprochent le plus par leurs caractères de la houille proprement dite.

Je ne crois pas, ainsi que je l'ai dit en parlant du quartz de la formation anthraciteuse, pouvoir classer comme grès, bien qu'ils portent ce nom sur les mines du pays, ces quartz grenus, blancs, très abondans dans le bassin de transition.

Brèches.

Je n'ai vu qu'une couche qu'on puisse dénommer brèche : elle alterne avec les couches d'anthracite de la Baconnière. Les fragmens ou galets sont en quartz agatisé, la pâte est siliceuse et très fine.

Poudingue.

Il y a, dans cette même localité de la Baconnière, à la limite sud du bassin étudié et en contact avec les couches de calcaire qui le circonscrivent de ce côté, une couche épaisse de poudingue à gros galets liés par un ciment ferrugineux.

MÉMOIRE

Concernant de nouvelles expériences sur le frottement, faites à Metz en 1832.

Par M. MORIN, capitaine d'artillerie.

(Extrait par M. Boulanger, aspirant-ingénieur des mines.)

(Suite.)

Les expériences qui font l'objet de cet article forment la suite des recherches que M. Morin a déjà faites en 1831, et qui ont été rapportées *Ann. des mines*, 3^e Série, tome IV, p. 271.

Le mode d'observation est le même que celui qui a servi aux premières recherches; l'appareil seul a subi un léger changement relatif au moyen d'assurer la direction du traîneau pendant le mouvement.

La latte ou queue directrice avait complètement rempli le but qu'on s'était proposé, tant qu'on n'avait fait glisser les uns sur les autres que des corps dont le frottement considérable était déjà lui-même un obstacle à des déviations notables dans leur direction : mais, dès qu'on a employé des enduits gras qui réduisent beaucoup la résistance, il a fallu recourir à un moyen plus certain, dans la crainte que le traîneau, venant à glisser hors des semelles, il n'en résultât quelque accident grave pour la sûreté des appareils.

M. Morin a employé avec succès le moyen suivant. Deux couples de galets en fonte, à axes verticaux, ont été placés sous le traîneau, l'un à l'avant, l'autre à l'arrière. Sur chacun des gîtes et en dedans des semelles de glissement on a fixé,

parallèlement à l'axe du banc, une bande de fer de 0^m.04 de largeur. Ces bandes sont distantes de l'axe de 0^m.271, et par suite écartées entre elles de 0^m.542. C'est entre ces deux bandes que se trouvent les galets, et ceux d'un même couple n'étant éloignés hors-d'œuvre que de 0^m.537, il y a un jeu de 0^m.004 entre les galets et les bandes. Cette disposition assurait convenablement la direction du traîneau, puisqu'il ne pouvait jamais s'éloigner à droite ou à gauche de l'axe du banc de plus de 0^m.0025.

Il était essentiel de s'assurer que l'emploi de cet appareil ne pouvait exercer d'influence notable pour retarder la marche du traîneau : or, la pression des galets sur les bandes ne pouvant provenir que d'un léger défaut de parallélisme de la corde et de l'axe de la course, ou d'une petite différence dans l'état d'onctuosité des pièces, devait être toujours assez faible : pour s'en assurer et en obtenir une valeur *maximum*, M. Morin a essayé, dans un grand nombre d'expériences, de faire dévier le traîneau perpendiculairement à sa direction ; chaque fois l'effet *maximum* exercé était mesuré à l'aide d'un peson à ressort ; sous des pressions de 2000 à 2800 kil. dans les mouvements lents ou rapides, il a toujours trouvé que l'effort *maximum* à exercer pour faire appuyer les galets sur les guides n'excédait pas 20 à 25 kil. D'après cette donnée, il est facile de calculer la résistance *maximum* que le mouvement des galets peut, dans les circonstances les plus défavorables, opposer au mouvement du traîneau. On trouve qu'elle s'élève au plus à 0,006 de la valeur du frottement, et que l'erreur que l'on commet en la négligeant est beaucoup plus faible que celles

qui sont dues à la variabilité de l'état d'onctuosité des surfaces, puisque les résultats les plus concordans varient quelquefois entre eux de $\frac{1}{10}$ de la valeur moyenne.

D'ailleurs en répétant, avec l'appareil ainsi modifié, un certain nombre des expériences faites avec le précédent, M. Morin s'est assuré directement que l'influence des galets de direction pouvait être tout-à-fait négligée.

Coulomb, en comparant la résistance due au frottement, à celles qu'éprouveraient deux brosses dont les crins s'engrèneraient, avait été conduit à conclure de cette hypothèse, que le frottement des métaux sur les bois devait croître avec la vitesse, et il croyait avoir observé cette loi dans ses expériences. Celles de M. Morin, dans lesquelles la vitesse du traîneau a été jusqu'à 3^m.50 et plus par seconde, montrent au contraire que la résistance due au frottement est indépendante de la vitesse : il faut donc abandonner la théorie de Coulomb. Il était intéressant d'examiner si cette résistance ne pouvait pas être attribuée aux vibrations produites par le débandement des ressorts moléculaires des surfaces en contact, à mesure que, par l'avancement du corps mobile, ils échappent à la pression et à la flexion qu'il avait occasionnées. Puisque le frottement est proportionnel à la pression, il faudrait, si cette supposition est réelle, que les ressorts moléculaires fléchissent aussi proportionnellement à cette pression, et par suite, quand ils viendraient à se débander, l'amplitude de leurs oscillations et de celles qu'ils pouvaient communiquer au banc et au sol devrait croître comme cette pression ; en outre, le nombre de ces ressorts, dégagés et dé-

tendus dans un même temps, croissant avec la vitesse, on devrait observer une différence entre les mouvemens vibratoires dus aux faibles vitesses et ceux dus aux grandes vitesses.

Pour observer s'il existait, dans le banc et surtout dans les gîtes, des mouvemens vibratoires sensibles, M. Morin a employé deux moyens différens. Le premier consistait à poser sur le bout des gîtes un plat rempli d'eau, dont la surface réfléchissait la lumière solaire, ce qui permettait d'observer les moindres ondes qui auraient pu se former par les oscillations du banc, M. Morin n'a jamais remarqué de rides régulières : seulement, lorsque le traîneau venait à choquer les ressorts en frêne destinés à éteindre sa vitesse, ou lorsqu'un des boulets composant la charge se déplaçait, il se formait de suite des ondes bien caractérisées; mais à mesure que les pressions augmentaient, les boulets, se calant réciproquement, ne pouvaient plus prendre de mouvemens relatifs et les vibrations disparaissaient, de sorte qu'elles étaient d'autant moins sensibles que la charge était plus grande.

Des observations faites dans des mouvemens lents et des mouvemens très rapides, ont montré qu'il ne se formait pas plus de rides sous une grande vitesse que par une faible vitesse.

Le second moyen d'observation, moins délicat que le premier, consistait en un tube de verre creux, fixé au bout des gîtes, dans lequel on répandit une couche très mince de sable bleu. On n'a jamais observé aucun déplacement dans les grains de sable, soit sous de grandes ou de faibles pressions, soit dans les mouvemens lents ou rapides.

Des résultats de ces expériences il est permis de conclure que, s'il se produit dans le glissement des corps les uns sur les autres des mouvemens vibratoires, ils ne sont pas assez sensibles pour se transmettre d'une manière appréciable aux corps qui servent de support, et pour occasioner la perte de travail due au frottement.

C'est donc à une autre cause qu'il faut attribuer cette résistance; mais M. Morin ne se propose de rechercher quelle peut être cette cause, qu'après avoir terminé toute la partie expérimentale de son travail.

Les expériences auxquelles M. Morin s'est livré en 1832 ont été faites avec divers enduits, et ont prouvé que les lois précédemment énoncées étaient vraies pour tous les corps et les enduits. Toutefois, comme il n'a opéré que sous des pressions considérables et analogues à celles qu'éprouvent les pièces des machines industrielles, on ne pourrait pas étendre cette conclusion au cas où la résistance propre de l'enduit serait comparable à la pression, comme cela a lieu dans les mécanismes d'horlogerie. Ce sujet exigerait des expériences spéciales propres à déterminer la cohérence des divers enduits.

L'altération qui se produit dans le glissement des bois les uns sur les autres sans enduit se manifeste dans le frottement des métaux et des bois, et des métaux entre eux, toutes les fois qu'il n'y a pas un enduit propre à diminuer l'intensité du contact. Cette altération, très grave pour les métaux fibreux glissant les uns sur les autres parallèlement à leurs fibres, l'est beaucoup moins quand l'un des métaux est grenu, et surtout quand ils le sont tous deux.

Il résulte de la comparaison des résultats des expériences qu'avec des enduits de saindoux et d'huile d'olive, le rapport du frottement à la pression pour les bois et les métaux glissant sur bois, bois sur métal, métal sur bois ou sur métal, est à peu près le même dans tous les cas, et que sa valeur est comprise entre

0,07 et 0,08.

Quant au suif, il fournit aussi la même valeur moyenne pour les bois glissant sur bois ou sur métaux et les métaux sur bois; mais il paraît que dans le glissement des métaux sur les métaux, cet enduit convient moins que les deux autres: il donne pour le rapport du frottement à la pression une valeur qui s'écarte peu de 0,10.

Il est probable toutefois que quand, par suite de la continuité du mouvement, les pièces frottantes auraient acquis une température moyenne capable de ramollir le suif au même degré que le saindoux, le frottement serait le même pour ces deux enduits.

Sauf ce ramollissement du suif, il ne paraît pas d'ailleurs qu'entre les limites ordinaires, la température ait une influence notable sur l'intensité du frottement. M. Morin a opéré à des températures variables depuis $+1^{\circ}$ jusqu'à $+20^{\circ}$ cent. sans qu'il en soit résulté de variations appréciables dans la valeur du rapport du frottement à la pression.

M. Morin a aussi fait quelques expériences sur le frottement des surfaces planes lorsqu'elles ont été quelque temps en contact. Ces expériences montrent qu'avec des enduits le frottement, après une certaine durée de contact ordinairement

assez courte, suit les mêmes lois d'indépendance de la surface et de proportionnalité à la pression.

L'appareil ne permettait pas de rechercher suivant quelle loi le frottement augmentait en fonction du temps; mais on a pu constater au moins que le frottement atteint son *maximum* au bout de quelques minutes, surtout quand les surfaces ne sont pas garnies d'enduit ou sont simplement onctueuses.

Lorsqu'il existe entre ces surfaces un enduit de suif ou de saindoux, les effets sont bien plus difficiles à déterminer, parce que le temps, la disposition des surfaces, la dureté de l'enduit, la porosité des corps, sont autant de causes qui contribuent, souvent d'une manière variable, à les rapprocher plus ou moins de l'état onctueux, et par conséquent apportent des anomalies dans les résultats.

Il conviendra donc, lorsqu'on voudra calculer la résistance provenant du frottement des bois sur les bois et sur les métaux avec enduit de graisse après un contact prolongé, de regarder les surfaces comme parvenues à l'état onctueux, et on aura ainsi une limite supérieure de cette résistance.

Quant au frottement des métaux les uns sur les autres sans enduit, ou quand les surfaces sont simplement onctueuses, il paraît être le même après un contact prolongé que pendant le mouvement; et quand il y a interposition d'enduit de suif ou de saindoux, le rapport du frottement à la pression est sensiblement le même pour tous les métaux et égal à

0,10.

Lorsque l'enduit est d'huile d'olive, qui est facile à exprimer, on obtiendra la limite supérieure de ce rapport, en supposant les surfaces comme onctueuses, et en assignant à ce rapport la même valeur que pendant le mouvement.

Dans les expériences sur le frottement des divers bois sur l'orme sans enduit, on a observé qu'un léger ébranlement suffisait pour produire le départ dès que l'effet exercé par la corde était égal au frottement pendant le mouvement; mais dans le frottement des métaux les uns sur les autres avec ou sans enduit, cet effet des vibrations n'est plus sensible; ce qui tient sans doute à ce que cette résistance est à peu près la même après un contact prolongé que pendant le mouvement.

Quant aux corps très compressibles, tels que le chanvre en brins et le cuir, secs ou mouillés, les ébranlemens des supports ne paraissent avoir aucune influence sur le départ.

Le cas où il est le plus important de rechercher la valeur et les lois du frottement après un contact prolongé, est celui où des bois et des pierres glissent sur des pierres; M. Morin se propose de traiter cette question dans une autre série d'expériences.

Le tableau suivant contient la moyenne des résultats des nombreuses expériences de M. Morin. Ce tableau est suivi de quelques observations portant sur un certain nombre de cas examinés.

Frottement des surfaces planes en mouvement les unes sur les autres.

INDICATION des surfaces en contact.	ÉTAT des surfaces.	DISPOSITION des fibres entre elles et par rapport au sens du mouvement.	Rapport du frottement à la pression.
Chêne sur chêne.	Enduites de savon sec	Parallèles	0,164
<i>id.</i>	<i>id.</i> de suif	<i>id.</i>	0,075
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux	<i>id.</i>	0,067
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,108
<i>id.</i>	Sans enduit	Perpendiculaires	0,336
<i>id.</i>	Enduites de suif	<i>id.</i>	0,083
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux	<i>id.</i>	0,072
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,143
<i>id.</i>	Sans enduit	Les fibres des bandes frottantes sont verticales; celles des semelles sont horizontales et parallèles au sens du mouvement	0,192
Hêtre sur chêne	Enduites de suif	Parallèles	0,055
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,153
Orme sur chêne	Enduites de savon sec	Parallèles	0,137
<i>id.</i>	<i>id.</i> de suif	<i>id.</i>	0,070
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux	<i>id.</i>	0,060
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,119
Cuir de bœuf fort tanné et poli par le battage sur chêne	Sans enduit	Le cuir posé à plat sur le chêne	0,296
Fer sur chêne	Enduites et mouillées d'eau	Parallèles	0,256
<i>id.</i>	Enduites de savon sec	<i>id.</i>	0,214
<i>id.</i>	<i>id.</i> de suif	<i>id.</i>	0,085
Fonte sur chêne	Sans enduit	Les fibres des semelles sont parallèles au sens du mouvement	0,490
<i>id.</i>	Enduites de savon sec	<i>id.</i>	0,189
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'eau	<i>id.</i>	0,218

INDICATION des surfaces en contact.	ÉTAT des surfaces.	DISPOSITION des fibres entre elles et par rapport au sens du mouvement.	RAPPORT du frottement à la pression.
Fonte sur chêne . . .	<i>id.</i> de suif . . .	<i>id.</i>	0,078
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux.	<i>id.</i>	0,075
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'ol.	<i>id.</i>	0,075
<i>id.</i>	Onctueuses . . .	<i>id.</i>	0,107
Cuivre sur chêne . . .	Enduites de suif . . .	<i>id.</i>	0,069
<i>id.</i>	Onctueuses . . .	<i>id.</i>	0,100
Chanvre en brins sur chêne	Enduites et mouil- lées d'eau	Les fils du chanvre et les fibres des se- melles sont per- pendiculaires en- tre elles	0,332
Orme sur orme . . .	Enduites de savon sec	Parallèles	0,139
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,140
Chêne sur orme . . .	Sans enduit	<i>id.</i>	0,246
<i>id.</i>	Enduites de savon sec	<i>id.</i>	0,136
<i>id.</i>	<i>id.</i> de suif	<i>id.</i>	0,073
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux.	<i>id.</i>	0,066
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,136
Fonte sur orme . . .	Sans enduit	<i>id.</i>	0,195
<i>id.</i>	Enduites de suif . . .	<i>id.</i>	0,077
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'oliv.	<i>id.</i>	0,061
<i>id.</i>	Enduites de sain- doux et de plom- bagine	<i>id.</i>	0,091
<i>id.</i>	Onctueuses après enduit de suif . . .	<i>id.</i>	0,125
<i>id.</i>	Onctueuses après end. de saindoux et plombagine . . .	<i>id.</i>	0,137
Fer sur orme	Sans enduit	<i>id.</i>	0,252
<i>id.</i>	Enduites de suif . . .	<i>id.</i>	0,078
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux . . .	<i>id.</i>	0,076
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'oliv.	<i>id.</i>	0,055
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,138
Chêne sur fonte . . .	Sans enduit	Perpendiculaires . .	0,372
<i>id.</i>	Enduites de suif . . .	Parallèles	0,080
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,168
Orme sur fonte . . .	Enduites de suif . . .	Les fibres de l'orme sont parallèles au sens du mouve- ment	0,066

INDICATION des surfaces en contact.	ÉTAT des surfaces.	DISPOSITION des fibres entre elles et par rapport au sens du mouvement.	RAPPORT du frottement à la pression.
Orme sur fonte . . .	Onctueuses	<i>id.</i>	0,135
Charme sur fonte . .	Sans enduit	Parallèles	0,394
<i>id.</i>	Enduites de suif . . .	<i>id.</i>	0,070
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux.	<i>id.</i>	0,071
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saind. et de plombagine . . .	<i>id.</i>	0,055
<i>id.</i>	Enduites d'huile d'olive	<i>id.</i>	0,068
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'asphalte	<i>id.</i>	0,060
<i>id.</i>	<i>id.</i> de cambouis.	<i>id.</i>	0,095
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,136
Gaiac sur fonte . . .	Enduites de suif . . .	<i>id.</i>	0,074
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'oliv.	<i>id.</i>	0,076
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,121
Poirier sauvage sur fonte	Sans enduit	<i>id.</i>	0,436
<i>id.</i>	Enduites de suif . . .	<i>id.</i>	0,067
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux.	<i>id.</i>	0,068
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,173
Cuir de bœuf tan- né sur fonte	Sans enduit	Le cuir posé à plat	0,559
<i>id.</i>	Enduites et imbi- bées d'eau	<i>id.</i>	0,365
<i>id.</i>	<i>id.</i> de suif	<i>id.</i>	0,159
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'oliv.	<i>id.</i>	0,133
<i>id.</i>	Le cuir onct. la fon- te mouillée d'eau . .	<i>id.</i>	0,229
<i>id.</i>	Enduites et mouil- lées d'eau	Le cuir posé de champ	0,338
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'oliv.	<i>id.</i>	0,135
Fonte sur fonte . . .	Sans enduit	<i>id.</i>	0,152
<i>id.</i>	Enduites d'eau	<i>id.</i>	0,314
<i>id.</i>	<i>id.</i> de savon	<i>id.</i>	0,197
<i>id.</i>	<i>id.</i> de suif	<i>id.</i>	0,100
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux . . .	<i>id.</i>	0,070
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'oliv.	<i>id.</i>	0,064
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux et plombagine	<i>id.</i>	0,055
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,144
Fer sur fonte	Sans enduit	Les fibres du fer sont parallèles au sens du mouve- ment	0,194

INDICATION des surfaces en contact.	ÉTAT des surfaces.	DISPOSITION des fibres entre elles et par rapport au sens du mouvement.	RAPPORT du frottement à la pression.
<i>id.</i>	Enduites de suif . . .	<i>id.</i>	0,103
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux . . .	<i>id.</i>	0,076
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'oliv. . .	<i>id.</i>	0,066
<i>id.</i>	<i>id.</i> de cambouis . . .	<i>id.</i>	0,124
Acier sur fonte . . .	Sans enduit	Les fibres de l'a- cier parallèles au sens du mouve- ment	0,202
<i>id.</i>	Enduites de suif . . .	<i>id.</i>	0,105
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux . . .	<i>id.</i>	0,081
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'oliv. . .	<i>id.</i>	0,079
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,109
Cuivre jaune sur fonte	Sans enduit	<i>id.</i>	0,189
<i>id.</i>	Enduites de suif . . .	<i>id.</i>	0,072
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux . . .	<i>id.</i>	0,068
Cuivre jaune sur fonte	Enduites d'huile d'olive	<i>id.</i>	0,066
<i>id.</i>	<i>id.</i> de cambouis . . .	<i>id.</i>	0,134
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,115
Bronze sur fonte . . .	Sans enduit	<i>id.</i>	0,217
<i>id.</i>	Enduites de suif . . .	<i>id.</i>	0,086
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'oliv. . .	<i>id.</i>	0,077
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,107
Chanvre en brins sur fonte	Enduites de suif . . .	Les fils de chanvre sont perpendicu- laires au sens du mouvement	0,194
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'oliv. . .	<i>id.</i>	0,153
Chêne sur fer	Enduites de suif . . .	Parallèles	0,098
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,149
Fonte sur fer	Enduites de suif . . .	<i>id.</i>	0,098
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux . . .	<i>id.</i>	0,053
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'oliv. . .	<i>id.</i>	0,063
<i>id.</i>	<i>id.</i> de cambouis . . .	<i>id.</i>	0,155
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,143
Fer sur fer	Sans enduit	<i>id.</i>	0,138
<i>id.</i>	Enduites de suif . . .	<i>id.</i>	0,082
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux . . .	<i>id.</i>	0,081
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'oliv. . .	<i>id.</i>	0,070
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,177
Acier sur fer	Enduites de suif . . .	<i>id.</i>	0,093
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux . . .	<i>id.</i>	0,076

INDICATION des surfaces en contact.	ÉTAT des surfaces.	DISPOSITION des fibres entre elles et par rapport au sens du mouvement.	RAPPORT du frottement à la pression.
Bronze sur fer . . .	Sans enduit	Parallèles	0,161
<i>id.</i>	Enduites de suif . . .	<i>id.</i>	0,081
<i>id.</i>	Enduites de saind. et plombagine . . .	<i>id.</i>	0,089
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'oliv. . .	<i>id.</i>	0,072
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,166
Gaïac sur bronze . .	Enduites de suif . . .	<i>id.</i>	0,082
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'oliv. . .	<i>id.</i>	0,053
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,146
Cuir de bœuf tan- né sur bronze . . .	Enduites de suif . . .	Le cuir posé à plat .	0,241
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'oliv. . .	<i>id.</i>	0,191
<i>id.</i>	Le cuir onctueux ; le bronze mouillé d'eau	<i>id.</i>	0,287
<i>id.</i>	Enduites de suif . . .	Le cuir posé de champ	0,138
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'oliv. . .	<i>id.</i>	0,135
<i>id.</i>	Le cuir onctueux ; le bronze mouillé d'eau	<i>id.</i>	0,244
Fonte sur bronze . .	Sans enduit	<i>id.</i>	0,147
<i>id.</i>	Enduites de suif . . .	<i>id.</i>	0,085
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux . . .	<i>id.</i>	0,070
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'oliv. . .	<i>id.</i>	0,067
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,132
Fer sur bronze	Sans enduit	<i>id.</i>	0,172
<i>id.</i>	Enduites de suif . . .	<i>id.</i>	0,103
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux . . .	<i>id.</i>	0,075
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'oliv. . .	<i>id.</i>	0,078
<i>id.</i>	<i>id.</i> de cambouis . . .	<i>id.</i>	0,168
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,160
Acier sur bronze . . .	Sans enduit	<i>id.</i>	0,152
<i>id.</i>	Enduites de suif . . .	<i>id.</i>	0,056
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'oliv. . .	<i>id.</i>	0,053
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux et plombagine	<i>id.</i>	0,067
<i>id.</i>	Enduites de camb. Sans enduit	<i>id.</i>	0,170
Bronze sur bronze . .	Enduites d'huile d'olive	<i>id.</i>	0,201
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,058
<i>id.</i>	<i>id.</i>	<i>id.</i>	0,134

Frottement des surfaces planes lorsqu'elles ont été quelque temps en contact.

INDICATION des surfaces en contact.	ÉTAT des surfaces.	DISPOSITION des fibres entre elles et par rapport au sens du mouvement.	RAPPORT du frottement à la pression.
Chêne sur chêne	Enduites de savon sec	Parallèles	0,440
<i>id.</i>	<i>id.</i> de suif	<i>id.</i>	0,164
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,390
<i>id.</i>	Enduites de suif	Perpendiculaires	0,254
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,314
<i>id.</i>	Sans enduit	Bois debout sur bois à plat	0,271
Hêtre sur chêne	Onctueuses	Parallèles	0,330
Orme sur orme	<i>id.</i>	<i>id.</i>	0,420
<i>id.</i>	Enduites de savon sec	<i>id.</i>	0,411
<i>id.</i>	<i>id.</i> de suif	<i>id.</i>	0,142
Chanvre en brins sur chêne	Enduites et mouillées d'eau	Perpendiculaires	0,869
Orme sur orme	Enduites de savon sec	Parallèles	0,217
Chêne sur orme	Sans enduit	<i>id.</i>	0,376
<i>id.</i>	Enduites de suif	<i>id.</i>	0,178
Fer sur chêne	Enduites et mouillées d'eau	<i>id.</i>	0,649
<i>id.</i>	<i>id.</i> de suif	<i>id.</i>	0,108
Fonte sur chêne	Enduites et mouillées d'eau	<i>id.</i>	0,646
<i>id.</i>	<i>id.</i> de suif	<i>id.</i>	0,100
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'oliv.	<i>id.</i>	0,100
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,100
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux	<i>id.</i>	0,100
Cuivre sur chêne	Enduites de suif	<i>id.</i>	0,100
Charme sur fonte	<i>id.</i>	<i>id.</i>	0,131
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux	<i>id.</i>	0,136
Cuir de bœuf tanné sur fonte	Enduites et mouillées d'eau	Le cuir à plat	0,621
<i>id.</i>	<i>id.</i>	Le cuir de champ	0,615
<i>id.</i>	Enduites d'huile d'olive	Le cuir à plat	0,122
<i>id.</i>	<i>id.</i>	Le cuir de champ	0,127
<i>id.</i>	Le cuir onctueux, la fonte mouillée d'eau	Le cuir à plat	0,267

INDICATION des surfaces en contact.	ÉTAT des surfaces.	DISPOSITION des fibres entre elles et par rapport au sens du mouvement.	RAPPORT du frottement à la pression.
Orme sur fonte	Onctueuses	Parallèles	0,098
Fonte sur fonte	Sans enduit	<i>id.</i>	0,162
<i>id.</i>	Enduites de suif	<i>id.</i>	0,100
Fer sur fonte	Sans enduit	<i>id.</i>	0,194
<i>id.</i>	Enduites de suif	<i>id.</i>	0,100
<i>id.</i>	<i>id.</i> d'huile d'oliv.	<i>id.</i>	0,113
<i>id.</i>	Onctueuses	<i>id.</i>	0,118
Acier sur fonte	Enduites de suif	<i>id.</i>	0,108
Cuivre jaune sur fonte	<i>id.</i>	<i>id.</i>	0,103
Bronze sur fonte	<i>id.</i>	<i>id.</i>	0,106
Fonte sur fer	<i>id.</i>	<i>id.</i>	0,100
<i>id.</i>	<i>id.</i> de saindoux	<i>id.</i>	0,100
Fer sur fer	Sans enduit	<i>id.</i>	0,137
<i>id.</i>	Enduites de suif	<i>id.</i>	0,115
Bronze sur bronze	<i>id.</i> d'huile d'oliv. ou onctueuses	<i>id.</i>	0,164

OBSERVATIONS.

Frottement du chêne en mouvement sur du chêne avec divers enduits.

Les fibres du bois sont parallèles au sens du mouvement.

Le premier enduit employé était du savon bleu de Marseille de première qualité, très dur et très sec, et lorsque les pièces de chêne en avaient été bien frottées puis essuyées, il ne paraissait pas qu'elles fussent seulement onctueuses. Cependant, dans cet état, le rapport du frottement à la pression s'est abaissé de 0,478 à 0,164. De plus, l'altération du poli des surfaces et la formation des grains noirs cessent complètement dès qu'on a rendu les surfaces simplement onctueuses.

L'enduit de suif réduit le frottement à 0,075 de la pression. Coulomb a donné pour ce rapport 0,035 : mais il faut observer qu'il n'obtient cette valeur qu'en admettant que l'adhérence des surfaces enduites de suif occasionne une résistance moyenne de 34 kilog. par mètre carré, tandis que les expériences de M. Morin, dans lesquelles les surfaces ont varié dans le rapport de 1 à 48, montrent que ces surfaces n'ont aucune influence.

Frottement du chanvre en brins en mouvement sur du chêne.

Dans les expériences relatives à ce frottement, M. Morin a eu principalement pour but de vérifier si la loi de l'indépendance de la vitesse subsiste aussi pour les corps compressibles. Elles l'ont pleinement confirmé.

Frottement du chêne en mouvement sur de l'orme.

Les fibres du bois sont parallèles au sens du mouvement.

Dans quelques-unes de ces expériences, le traîneau glissait sur des arêtes arrondies qui, en se déprimant un peu, offraient une surface de 0^m.002 : dans quelques autres expériences la surface était de 0,88, c'est-à-dire que la variation de la surface de 1 à 44 n'a opéré aucun changement dans le rapport du frottement à la pression.

Frottement de la fonte en mouvement sur de la fonte.

L'emploi fréquent et général que l'on fait aujourd'hui de la fonte dans la construction des machines, rendant le cas actuel un des plus impor-

tans à examiner, M. Morin a multiplié les expériences pour assigner des valeurs moyennes suffisamment exactes du rapport du frottement à la pression.

Le rapport du frottement à la pression, dans le cas où de la fonte glisse sur de la fonte sans enduit, est 0,152. Ce rapport est 0,49 quand de la fonte se meut sur du chêne sans enduit. Ce résultat est une nouvelle preuve de l'inexactitude du principe généralement admis, que le frottement est moindre entre des corps d'espèces différentes qu'entre ceux de même espèce. Les divers résultats des expériences prouvent qu'on ne peut rien dire d'absolu à ce sujet.

Le glissement répété de la fonte sur la fonte sans enduit a offert un nouvel exemple de l'altération des surfaces, mais à un degré très faible, ce qui tient sans doute à la dureté et surtout à la constitution du métal.

Les résultats précédens prouvent que l'eau est un mauvais enduit pour la fonte, puisqu'avec ce liquide le rapport du frottement à la pression a une valeur double de celle que l'on a trouvée pour le cas où il n'y a pas d'enduit. C'est donc à tort que dans beaucoup d'usines on se contente de diriger sur les pièces en mouvement un filet d'eau pour les lubrifier au lieu de les graisser. Il est vrai que le courant d'eau enlève et sépare les parcelles métalliques, et qu'en s'opposant à leur agglomération, elle les empêche de sillonner les surfaces si promptement; mais, d'un autre côté, l'eau entraîne toujours avec elle des corps souvent assez durs qui forment une sorte d'émeri, de sorte que les pièces frottantes s'usent rapidement, et l'on doit proscrire tout-à-fait cet usage

de mouiller les surfaces de fonte glissant sur de la fonte.

Le savon sec est aussi un enduit fort peu convenable, puisqu'il augmente le frottement au lieu de le diminuer.

Les expériences sur le glissement de la fonte sur la fonte avec enduit de suif ont été faites, partie par une température moyenne de $18^{\circ},6$, partie par une température moyenne de $1^{\circ},5$. Leur accord montre qu'entre ces limites la température n'a pas d'influence sur l'intensité du frottement : il n'en serait peut-être pas de même à des températures beaucoup plus basses, parce que le suif est capable de se durcir beaucoup; mais, dans les machines, la continuité du mouvement établit et entretient les enduits dans un état d'unctuosité et de chaleur moyenne à peu près constant et voisin des limites dans lesquelles on a opéré.

Le suif est un enduit moins convenable que le saindoux, mais cela tient sans doute à sa plus grande dureté naturelle, et dans les mouvemens long-temps continués, et surtout dans les machines à vapeur où le suif est souvent fondu, et où il a alors la consistance du saindoux, il doit produire le même effet.

M. Morin a fait sur le frottement de la fonte sur la fonte trois séries d'expériences dans lesquelles le mouvement a été accéléré, uniforme et retardé.

Pour produire les mouvemens uniformes ou retardés, M. Morin a substitué aux deux petites caisses supplémentaires une bombe suspendue sous la grande caisse descendante, et dont il réglait le poids à volonté en y ajoutant des balles de plomb. La hauteur dont cette bombe était

élevée au-dessus du fond de la fosse étant facile à mesurer, on avait tous les moyens de déterminer le temps pendant lequel la bombe avait agi concurremment avec la grande caisse. A l'aide de cet appareil simple, M. Morin s'est assuré que, quand les métaux glissent les uns sur les autres avec enduit, le frottement reste constant, quelle que soit la nature du mouvement imprimé au corps frottant.

Dans le cas où le poids moteur de la grande caisse descendante est précisément égal au frottement, le mouvement devient uniforme lorsque la bombe cesse d'agir. Pour produire des mouvemens retardés, il faut que ce poids soit inférieur à l'intensité du frottement connu par les expériences faites sur le mouvement accéléré. Seulement, dans le cas actuel, la présence de l'enduit réduisant beaucoup le frottement, le retard dans le mouvement se fait très lentement, et le traîneau ayant encore à l'extrémité de sa course une vitesse assez grande pour que son inertie ait de l'influence sur sa marche, il devient impossible de calculer le frottement par la méthode employée dans le cas du chêne glissant sans enduit sur le chêne. Mais on parvient facilement au résultat cherché en déterminant graphiquement la vitesse en deux points connus de la course. La vitesse n'est autre chose que la tangente trigonométrique de l'angle que fait avec l'ordonnée de la courbe la tangente à cette courbe. D'ailleurs, pour la partie du mouvement où le mouvement est uniformément accéléré, la tangente se détermine rigoureusement à l'aide du foyer; et pour la partie retardée, comme la courbure est peu sensible vers la fin de la course, on ne peut pas com-

mettre d'erreur notable en la menant à vue et à la règle.

Les abscisses de la courbe donnent les espaces correspondans aux vitesses, et l'on a ainsi tous les élémens nécessaires pour le calcul des résultats de l'expérience.

En effet, si on appelle

P le poids de la caisse descendante pendant que le mouvement se retarde;

T, la tension de la corde pendant le mouvement, en la supposant constante, d'après les résultats des expériences sur le mouvement accéléré ou uniforme;

q, le poids de la poulie, de son axe, etc. = 6^k,854;

r = 0^m.1111, le rayon moyen de la poulie, en y comprenant la demi-épaisseur de la corde;

$\frac{\sum r'^2 dm}{r^2} = 0,51$, $\sum r'^2 dm$ étant le moment d'inertie de la poulie, de son axe et de son plateau;

e, l'espace parcouru par le traîneau quand il est animé de la vitesse v;

e', l'espace parcouru par le traîneau quand il est animé de la vitesse v';

p = 0^m.0093, le rayon de l'axe de la poulie;

f = 0,164, le rapport du frottement à la pression pour l'axe de la poulie.

En observant que la raideur de la corde est représentée par 0,0032 T, et que la pression sur les tourillons de la poulie qui a pour expression,

$$\sqrt{T^2 - (P+q)^2}$$

peut être exprimée approximativement à $\frac{1}{6}$ près par :

$$0,85 (T + P + q)$$

attendu qu'on ne connaît pas ici *à priori*

l'ordre de grandeur des quantités T et (P + q) : le principe des forces vives donnera l'équation

$$\left\{ \frac{P}{g} + \frac{\sum r'^2 dm}{r} \right\} (v'^2 - v^2) = 2(e' - e) \left\{ T - P + 0,85 \frac{f p}{r} (T + P + q) + 0,032 T \right\}$$

D'où l'on tire, en faisant les substitutions,

$$T = \frac{\left(\frac{P}{g} + 0,51 \right) (v^2 - v'^2)}{1,044} + 0,946 P - 0,011 q;$$

On a en outre l'équation

$$\frac{Q}{g} (v^2 - v'^2) = 2F(e' - e) - 2T(e' - e)$$

En éliminant T entre les deux équations, on obtient la suivante,

$$F = \left\{ \frac{Q}{g} + \frac{P + 0,51 g}{1,044 g} \right\} \frac{(v^2 - v'^2)}{2(e' - e)} + 0,946 P - 0,11 q,$$

En substituant dans cette équation les données de chaque expérience, on obtient la valeur de F pour chacune de ces expériences.

Frottement du fer en mouvement sur la fonte.

Il est à remarquer que quand les surfaces de contact sont réduites à des arêtes arrondies, et qu'on emploie de l'huile d'olive pour enduit, le rapport du frottement à la pression est plus grand que quand les surfaces ont une certaine étendue.

Frottement du fer en mouvement sur le fer.

L'altération des surfaces se manifeste dans le cas actuel à un degré bien plus grand qu'avec tous les autres métaux. Les jumelles et les bandes glissantes offraient sur toute la longueur des sillons

très sensibles au toucher. Le même résultat s'est toujours reproduit, bien qu'on eût diminué les pressions et repoli les surfaces. Cet arrachement des fibres du fer occasionait dans la loi du mouvement des perturbations qui doivent faire considérer les résultats des expériences comme n'étant que des valeurs approximatives.

Les surfaces se sillonnent presque autant quand elles sont simplement onctueuses.

La disposition fibreuse du fer est la cause à laquelle il faut attribuer ce phénomène, tout-à-fait analogue à ce qui a été remarqué dans le glissement des bois sur des semelles de bois. Le déchirement est d'ailleurs bien plus sensible quand ce sont des métaux fibreux qui glissent sur le fer, que quand les bandes frottantes sont d'un métal grenu.

Il suit de là que, lorsqu'on devra faire glisser sans enduit des métaux les uns sur les autres, il conviendra de former les surfaces en contact de deux métaux à texture grenue, ou au moins l'une d'un métal de ce genre et l'autre d'un métal fibreux.

Dans les expériences faites avec enduit de suif, on a réduit les surfaces en contact à des arêtes arrondies, et loin d'obtenir par-là une diminution du frottement, il a été sensiblement augmenté. Cela vient de ce que la pression sur chaque élément étant très grande, l'enduit est exprimé, et la surface ramenée à l'état onctueux. En effet, l'huile, plus facile à exprimer que le suif, donne alors une valeur plus considérable pour le frottement, tandis que généralement on obtient le résultat inverse. Il ne faut cependant pas conclure de ce résultat que le frottement soit plus considérable avec de petites surfaces qu'avec les grandes

lorsqu'elles sont dans le même degré d'onctuosité.

Il résulte encore des observations ci-dessus, que si en général l'huile est pour les métaux un enduit préférable au saindoux, le faible avantage que son emploi procure pour les petites pressions disparaît pour les grandes : on ne doit donc employer l'huile que pour les axes et les pièces soumises à de faibles pressions.

Coulomb a fait aussi des expériences sur le frottement du fer sur le fer avec enduit de suif ou d'huile, et il en avait conclu que le frottement diminue lorsque la vitesse augmente. M. Morin a été conduit, par toutes ses expériences, à admettre que le frottement est indépendant de la vitesse. L'erreur de Coulomb vient très probablement de la vitesse très faible de son appareil, qui était au plus de 0,030 par seconde.

Lorsque deux surfaces métalliques sont en contact, et qu'un enduit d'huile est interposé entre elles, le frottement atteint assez promptement une valeur plus grande que celle qui a lieu pendant le mouvement; ainsi le frottement pour le fer et la fonte avec enduit d'huile est de 0,066 pendant le mouvement, tandis qu'après un contact d'une minute seulement il a une valeur limite de 0,117. Or, dans le cas des métaux glissant sans enduit, le frottement est le même pendant le mouvement et après un contact prolongé : il s'ensuit donc que l'augmentation observée est due à la présence et à la nature de l'enduit qui se trouve exprimé de manière à amener les surfaces à être simplement onctueuses. Ce qui confirme cette explication, c'est que la vitesse du traineau s'accroît peu à peu, à mesure que l'étendue de la surface dont l'enduit a été exprimé diminue.

On peut concevoir par ce qui précède comment

Coulomb a pu trouver que, dans les mouvemens insensibles, dont la lenteur permet une expulsion partielle de l'enduit, le frottement était moindre que dans les mouvemens accélérés, parce que, comme il ne déterminait la loi du mouvement que par l'observation du temps nécessaire pour la totalité de la course, il ne pouvait tenir compte des variations graduelles de la vitesse, qui sont fidèlement représentées par les courbes tracées au moyen du chronomètre de M. Morin.

Avec les enduits de suif et de saindoux, on n'observe pas les mêmes circonstances, attendu que ces enduits sont moins faciles à exprimer; cette différence même est une preuve à l'appui de l'explication donnée par M. Morin.

Frottement de l'acier en mouvement sur le fer.

Il n'a pas été possible de faire glisser de l'acier sur du fer parallèlement à leurs fibres, sans que les surfaces ne se sillonnassent profondément, ce qui altérerait la loi du mouvement.

Frottement de la fonte en mouvement sur du bronze.

On peut remarquer que le frottement entre la fonte et le bronze sans enduit paraît être sensiblement plus grand quand le second de ces métaux glisse sur le premier que dans le cas inverse. Cela tient sans doute à ce que le bronze étant plus tendre que la fonte, il se produit plus de poussière métallique quand il glisse sur la fonte que quand ce dernier métal parcourt les pièces de bronze; les enduits font au reste disparaître cette différence.

SECONDE LETTRE

De M. Hérault, ingénieur en chef des mines, sur le terrain de transition de Normandie.

Caen, le 20 mai 1834.

Dans le voisinage de Cherbourg, ainsi que je l'ai annoncé dans ma lettre du 1^{er} octobre dernier, (tome V, page 303) la montagne du Roule appartient encore au terrain de schiste et de grauwacke. Cette montagne est formée de couches assez fortement contournées, se dirigeant de l'est à l'ouest et inclinant de 65 à 70° vers le nord.

Le stéaschiste noduleux occupe le sol sur lequel est bâtie la ville de Cherbourg et dans lequel est creusé le port militaire. Un peu à l'ouest, dans les communes d'Octeville et d'Équeurdreville, on exploite le stéaschiste sans nodules. Cette dernière roche est ordinairement d'un vert assez foncé, quelquefois d'un vert clair et d'autres fois d'un gris verdâtre, et plus rarement blanchâtre; elle se taille parfaitement bien et donne de très bonnes pierres d'appareil; elle fournit aussi de fort belles dalles; on tire encore de quelques-unes de ses couches des ardoises vertes de médiocre qualité. Ses couches se dirigent de l'est à l'ouest, et inclinent au nord de 45° environ. Celles du stéaschiste noduleux du port militaire de Cherbourg qu'elles recouvrent, ont la même direction et la même inclinaison.

Le trapp feuilleté noir, auquel sont adossées

Tome VI, 1834.

les couches quartzeuses du rocher au sommet duquel est construit le fort du Roule, et qui compose, avec la roche de Corne, suivant M. Duhamel, le reste de la montagne jusqu'à Tourlaville, appartient aussi, je crois, au terrain de stéaschiste. Ses couches ont la même direction que celles du quartz et de la grauwacke quartzeuse; mais leur inclinaison, qui est également au nord, n'est que d'environ 40° .

Le poudingue, qui est si abondant dans le terrain de transition ancien du département de la Manche, est formé de noyaux, ordinairement assez petits, de quartz hyalin et de feldspath, unis par une pâte de stéaschiste, absolument semblable à celle du stéaschiste noduleux, avec lequel il offre de fréquens passages. Sa couleur est communément le gris verdâtre et blanchâtre; on en rencontre aussi de gris rougeâtre, et le même bloc présente souvent ces différentes nuances. La puissance de ses couches est parfois de $2^m,70$; le plus souvent, cependant, leur épaisseur varie de 1^m à $1^m,50$. La montagne du Becquet, à sept kilomètres à l'est de Cherbourg, en est entièrement formée. Cette montagne est en quelque sorte le prolongement de celle du Roule, quoiqu'elle en soit séparée par deux petits vallons. Les couches qu'on y exploite, pour la construction de la digue de Cherbourg, se dirigent tantôt du nord au sud, en inclinant d'environ 75° à l'ouest, tantôt du nord-est au sud-ouest, avec une inclinaison d'à peu près 60° au nord-ouest. Le poudingue du Becquet se pique facilement et donne d'excellentes pierres de taille; il fournit aussi de grandes dalles qui servent à faire des pavés rustiques, et des clôtures pour les champs.

Le stéaschiste noduleux en couches minces, se dirigeant du nord-nord-est au sud-sud-est, et s'inclinant au nord-nord-ouest, se montre sur le bord de la mer depuis le pied du Becquet jusqu'au delà de Tourlaville.

Le terrain de transition ancien occupe, dans la Hougue, tout l'espace compris entre Cherbourg et Tocqueville. M. Delarue, ingénieur des ponts et chaussées à Valognes, a observé que le sol de presque toutes les bruyères élevées des communes de Tocqueville, Saint-Pierre-Eglise, Varouville, Théville, Carneville, Maupertus, Gonnaville et Ignoville, est formé par le poudingue à pâte de stéaschiste. Le val de Saire, comme je l'ai déjà fait remarquer dans ma première lettre, est tout entier dans le terrain de transition moyen dans lequel domine le schiste argileux et la grauwacke; cependant, au revers de la chaîne de montagnes qui borde cette vallée au sud-ouest, on trouve sur deux ou trois points, entre Quettehou et la Pernelle, des roches qui semblent, par leur nature, devoir être considérées comme appartenant au terrain de stéaschiste. J'ai envoyé au cabinet de l'école royale des mines de Paris, il y a déjà très long-temps, des échantillons de ces roches, sous les noms de talcite amphibolifère et de talcite calcarifère. A l'extrémité orientale de la chaîne qu'on vient de citer, on trouve la montagne de la Pernelle, qui est presque entièrement formée d'arkose; elle a été décrite, avec beaucoup de soin, par M. Duhamel, dans le tome IX du *Journal des mines*. Cette roche offre cela de remarquable, qu'elle est souvent traversée par de petits filets de baryte sulfatée. A Lastelle, près de la mine de houille du Plessis, on voit, dans le ter-

rain de transition moyen, des couches minces d'un arkose miliaire alternant avec des couches plus minces encore de schiste argileux gris verdâtre; ce qui tend à prouver que l'arkose de la Pernelle doit être plutôt rangée dans ce même terrain que dans celui de transition ancien.

A l'ouest de Cherbourg, ce dernier terrain s'étend sur tout le revers de la pointe de la Hague qui pend au nord-est, et le revers opposé présente des roches de transition moins anciennes. Le chemin qui conduit de Ste.-Croix à Jobourg peut être considéré comme formant à peu près la ligne de démarcation de ces deux terrains.

Il existe de nombreux épanchemens de granite dans le terrain de stéaschiste du département de la Manche; cependant, les granites de Réville, de Flamanville, de Tréanville, ainsi que plusieurs autres des environs de Cherbourg, recouvrent des couches de schiste et de grauwacke. Il me semble que ce terrain a beaucoup d'analogie avec celui qui a été décrit par MM. Dufrenoy et Elie de Beaumont (*Annales des mines, tome IX, page 842*), lequel renferme la mine d'étain et de cuivre du Cornouailles, et dont la roche principale est un schiste vert auquel les mineurs donnent le nom de killas.

Le Monthuchon, près de Coutances, offre une diabase granitoïde qui est composée de feldspath blanc et d'amphibole vert foncé ou noirâtre. Cette roche contient aussi très souvent du quartz disséminé, ainsi que des lamelles de mica, en sorte qu'on devrait peut-être la regarder comme une syénite. Selon M. Tostain, ingénieur des ponts et chaussées à St.-Lô, la même roche se remarque encore à Cambernon, Monteil, le Ménilbue,

Hautteville-le-Guichard, St.-Louet-sur-Lozon, la Chapelle-en-Juger et Marigny, un peu au nord de la route de Coutances à Saint-Lô. Au près du Pont-Duhamel, entre Condé-sur-Vire et Torigny, à 300 mètres environ à gauche de la route, on trouve un amas considérable de diabase granitoïde un peu altérée, dont presque tous les blocs sont enterrés dans un sable provenant de sa décomposition; ce sable est employé pour litière par les cultivateurs des environs, et sert ensuite d'engrais pour les terres.

La grauwacke phylladifère du roc du Ham, dans le voisinage de Condé-sur-Vire, m'a paru fort intéressante. Elle fournit des dalles d'une très grande dimension, et se trouve en couches fortement inclinées dans un lieu d'où l'on jouit d'une vue extrêmement belle et fort étendue. Assez près de là, au hameau du Fay, on voit des couches horizontales d'un grès micacé rougeâtre, qui ne sont recouvertes que par des alluvions. Ce grès, quoique moins élevé que le roc du Ham, recouvre probablement la grauwacke phylladifère, à cause de l'inclinaison considérable des couches de cette dernière. Il y a tout lieu de penser qu'il dépend de la formation du grès bigarré. La même roche se retrouve encore dans quelques communes des environs, parmi lesquelles on peut citer Troisgots, Domjean et Guilberville. Dans celle-ci, le grès micacé est, je crois, par rapport aux couches quartzeuses qui forment les sommets de la chaîne des buttes de Montabot, dans une position absolument semblable à celle qu'occupe le grès micacé du Fay par rapport à la grauwacke phylladifère du Ham.

Les anciennes carrières, qui ont fourni les

pierres dont est construit le château de Torigny, sont au nord-est et à trois kilomètres de ce bourg, dans la commune de Saint-Amand. Elles ont été ouvertes sur une couche ou masse puissante qui est comme enchâssée dans le terrain de transition moyen qui l'environne de tous côtés. Cette couche ou masse présente des fissures dans divers sens, sans aucune trace bien distincte de stratification. La roche qui la compose offre une pâte argileuse rougeâtre, violâtre ou brune, fort grossière, renfermant des noyaux de quartz hyalin, comme le mimophyre du département du Calvados. Dans certaines parties, cette roche est mélangée de galets, les uns petits et les autres de moyenne grosseur, qui sont la plupart de grauwacke phylladifère et quelques-uns de schiste; alors elle ressemble beaucoup au poudingue du mimophyre de Fresney-le-Puceux, près de Breteville-sur-Laize.

L'extrémité du rocher sur lequel est bâti Granville présente des couches qui paraissent, pour la plus grande partie, être formées de schiste argileux; mais les couches de ce rocher qui sont dans la ville même, et surtout celles qui ont été coupées pour faire la route de Coutances, ou pour pratiquer l'ouverture qui conduit aux bains de mer, n'offrent presque toutes qu'une grauwacke phylladifère à grains fins. Si on considère, en outre, que très souvent la pierre de celles de ces couches qui semblent être composées de schiste ne donne point d'odeur argileuse par l'insufflation de l'haleine, et qu'elle se divise très fréquemment, par le choc du marteau, en fragmens dont la surface présente des faces lisses et brunâtres, on sera porté naturellement à penser que beaucoup

de ces dernières ne sont aussi que des grauwackes à grains extrêmement fins. D'après cela, il me paraît évident que le terrain sur lequel est bâti Granville et qui environne cette ville, appartient à la formation moyenne du terrain de transition, et qu'il est principalement, pour ne pas dire uniquement, formé de couches de grauwacke phylladifère.

Entre Granville et Villedieu, le même terrain continue à occuper la surface du sol jusque vers le lieu dit le Repos; delà jusqu'à la descente de Villedieu, on trouve un terrain en couches horizontales, inclinant cependant un peu à l'ouest. Ces couches sont en général peu épaisses et parfaitement droites; leurs faces sont unies et couvertes de lamelles de mica; elles sont formées par un grès contenant de petits grains de quartz mélangés de parties argileuses et de mica; cette roche est assez dure et présente diverses couleurs, tels que le brun plus ou moins foncé, le rougeâtre, le gris verdâtre, le gris bleuâtre et le gris blanchâtre; dans certaines couches elle est divisée en feuillets fort minces, parmi lesquels il s'en trouve quelquefois qui sont de schiste argileux rouge brunâtre et parfois d'un vert clair. C'est dans les couches de ce terrain, qui me paraît appartenir à celui de grès bigarré, que sont ouvertes les carrières de Beauchamps, qui fournissent des pierres à faux de médiocre qualité, et celles de Fleury, dans lesquelles on fait des meules à aiguiser, des dalles, etc. Le pays dont elles recouvrent la surface, immédiatement au-dessous du terrain de transport, présente une suite de petits coteaux séparés par des vallées assez étroites. Les courans d'eau qu'il renferme y prennent généralement

leurs sources et s'écoulent dans des sens opposés, ce qui prouve qu'il forme la partie la plus élevée de la portion environnante du département de la Manche. Comme il est borné de tous côtés par le terrain de schiste et de grauwaacke, il est probable que c'est sur ce dernier que reposent les couches de grès bigarré, et que le terrain houiller manque absolument dans cette localité.

NOTICE

Sur l'amalgamation des minerais aurifères dans les provinces autrichiennes (1).

Extrait du journal de voyage de MM. FOY, GRUNER et HARLÉ, élèves-ingénieurs des mines.

La méthode actuellement la plus usitée est celle de l'amalgamation directe, qui fut essayée d'abord à Zell dans le Zillertal (Tyrol), puis introduite en Hongrie. Elle consiste à faire tourner dans des moulins, avec du mercure, le minerai bocardé, immédiatement après sa sortie du bocard et avant son dépôt dans les labyrinthes.

Le moulin d'amalgamation est formé d'une partie fixe en fonte, et d'une partie mobile en bois. La caisse en fonte (*Pl. III, fig. 1*) présente deux cylindres concentriques d'inégal rayon, réunis par un plan incliné. Au centre est un tube creux, dans lequel passe l'axe moteur. Elle est soutenue par trois tiges de fer fixées à un plancher.

(1) Pour l'intelligence des résultats consignés dans cette notice, nous rappelons que les mesures autrichiennes et hongroises ont les valeurs indiquées ci-après :

Le quintal = 100 livres de Vienne = 56 kilog.

La livre = 2 marcs = 0^k,56.

Le marc = 16 loths = 0^k,28.

Le loth = 4 quentchen = 0^k,017.

Le quentchen = 4 denaires = 45^r,37.

La toise de Schemnitz = 6 pieds = 2^m,0259.

1 pied de Sch. = 12 pouces = 0^m,33765.

1 pied de Vienne = 0^m,316.

1 florin d'argent = 60 kreutzers = 2 fr. 60 c.

1 florin (papier W.W.) = 1 fr. 04 c.

La meule de bois a extérieurement la forme de la caisse en fonte; intérieurement elle est creusée à peu près en cône. Elle est reliée par des cercles de fer, et présente sur sa base de petites lames de fer saillantes, disposées symétriquement (*fig. 2*). Partout entre la meule en fonte et la meule en bois il y a un vide de 0^m.02. Trois tiges de fer fixées à la meule de bois se rattachent à un triangle *t* percé à son centre et s'appliquant sur le rebord d'une pièce *a*. Cette pièce *a* repose sur d'autres qui permettent, par leur nombre et leur épaisseur, de faire varier la position de la meule. *a* présente à son centre un vide carré, dans lequel passe l'axe moteur, carré aussi à son extrémité: il y a donc engrenage. Les autres pièces sont à l'intérieur creusées circulairement pour que le mouvement ne soit pas gêné.

Les moulins pour les diverses batteries d'un ou de plusieurs bocards sont ordinairement placés sur une ligne horizontale. L'axe moteur de chaque moulin porte une roue dentée, et toutes ces roues engrenent avec leurs voisines. On met l'une d'elles en mouvement à l'aide de divers engrenages qui se rattachent au cylindre du bocard. Le minerai, réduit en particules fines sous les pilons, est entraîné par l'eau, tombe dans le cône de bois, traverse le mercure, remonte dans l'espace entre les deux meules, et sort par une ouverture pratiquée dans la caisse de fonte, à l'opposé de son entrée. Comme en général la matière n'est pas encore dépouillée de tout l'or qu'elle contient, elle passe dans un second moulin semblable, placé à un étage plus bas. Les roues des moulins de cet étage inférieur n'engrenent pas entre elles, mais chacune engrène avec

celle du moulin supérieur. Quelquefois il y a une troisième ligne de moulins.

L'eau trouble se rend ensuite dans les labyrinthes. Les dépôts sont lavés pour obtenir des schlichs, qu'on livre aux fonderies.

A Zell, le filon exploité se compose de schiste argileux, quartz, pyrites, arsénio-sulfures d'argent, de cuivre, etc. L'or y est disséminé en fines particules. Il y a dans l'usine deux bocards: chacun a quatre batteries de cinq pilons. Les moulins sont sur deux étages. Il y en a deux paires par chaque batterie. Ils diffèrent de ceux représentés par la *fig. 1*, en ce que le plan qui réunit les deux parties cylindriques est horizontal et non incliné. Dans chaque moulin on met 50 livres de mercure. Les petites saillies de fer entrent de 0^m.005 dans ce mercure. Un moulin fait de 16 à 20 tours par minute. Après quatre semaines de travail, le mercure est retiré, lavé et pressé à travers une peau de chamois. Le mercure qui passe est employé de nouveau. L'amalgame solide renferme un tiers d'or. On le place sur une assiette en fer, reposant sur un chandelier, au centre d'un manchon cylindrique qu'on recouvre d'une cloche. On fait du feu autour de la partie supérieure. Le mercure se volatilise et se condense dans la partie inférieure qui plonge dans une cuve d'eau froide. L'or est ensuite refondu.

Le minerai riche de Zell renferme de 20 à 50 loths par 1000 quintaux, c'est-à-dire de 0,000006 à 0,000015. On peut par cette méthode traiter avec avantage des minerais ne contenant que cinq loths, c'est-à-dire $\frac{1}{20000}$ ou 0,000005.

Par année on retire à Zell de 50,000 quintaux

Zell.

de minerai, 35 marcs d'or. On emploie 1,600 livres de mercure; on en perd 35. On perd donc 2 de mercure pour 1 d'or obtenu, ou 0,7 livres pour 1000 quintaux de minerai.

Böckstein.

Aux mines du Böckstein, dans le Salzbourg, le minerai, après le bocardage, passe sur diverses tables à secousse mises en mouvement par le mécanisme représenté sur la *fig. 8*: le schlich arrive par le lavage à une richesse de 1 loth d'or par quintal. On reconnaît cette richesse par des essais à la sébille. Le schlich est alors amalgamé. On le met dans un cône renversé très plat (*fig. 3*), percé à son sommet et faisant un tour en deux heures. De l'eau lancée par un robinet entraîne le schlich dans une petite caisse, où il se divise en trois parties égales; de là il tombe dans trois moulins cylindriques à fond concave. Les deux meules sont en bois. Le tourneur est à fond convexe et armé de lames de fer. Dans chaque moulin il y a 13 livres de mercure. On essaie de temps en temps à la sébille le schlich qui s'écoule par le haut de la caisse. S'il sort du mercure, on relève le coursier; s'il sort de l'or, on l'abaisse, au moyen d'une vis qui fait monter ou descendre la poutre sur laquelle repose l'axe des coursiers. Quand le mouvement est gêné, on démonte le moulin pour retirer le mercure qu'on passe à la peau de chamois. L'amalgame solide est enfoncé dans un moule en forme de cylindre un peu conique à sa partie supérieure, de $1\frac{1}{2}$ pouce de hauteur. Il ne retient plus alors que moitié de mercure. On le distille comme à Zell.

Le schlich qui a passé à l'amalgamation est relavé sur une table à secousse: la tête passe encore aux moulins; le reste, ainsi que le schlich qui a subi

deux amalgamations, est envoyé à la fonderie. Le produit annuel est de 50 à 60 marcs d'or qui renferment $\frac{1}{2}$ d'argent. Dans les schlichs passés à l'amalgamation, il reste 7 fois 50 marcs d'argent contenant $\frac{1}{2}$ d'or.

On perd 1 de mercure pour 1 d'or obtenu. La perte sur l'or contenu est de $35\frac{2}{3}$; tandis que par la méthode précédente, elle est de $25\frac{2}{3}$ environ. Aussi propose-t-on au Böckstein d'établir bientôt des moulins comme à Zell. Le minerai bocardé passera de suite à l'amalgamation. On évitera par-là les pertes dues à chacun de ces nombreux lavages auxquels le minerai est actuellement soumis, pour être concentré en schlich.

Les filons de Schemnitz ont pour base principale du quartz. On y trouve de la chaux carbonatée, du manganèse carbonaté et silicaté, du feldspath et du grunstein plus ou moins décomposé. L'argent y est natif et combiné, l'or est disséminé dans les pyrites et dans le quartz. Quelques filons sont très riches en plomb. La galène est aurifère et aurifère.

Schemnitz.

Les parties contenant plus de deux loths d'argent au quintal, ou riches en plomb, obtenues par le cassage, sont envoyées aux fonderies. Les parties plus pauvres, après avoir été lavées sur des grilles, triées, criblées à la cuve, pour en séparer encore ce qui peut de suite être livré aux fonderies, passent au bocardage.

L'ancienne méthode pour retirer l'or des minerais bocardés est encore suivie dans quelques ateliers. Elle consiste à faire passer l'eau trouble qui sort du bocard sur des planches recouvertes de toiles, avant qu'elle n'entre dans les labyrinthes. En général ces planches ont six pieds de long, trois

de large, six pouces d'inclinaison. Une d'elles sert pour une batterie de trois pilons. Au bout de trois heures on enlève la toile et on la lave dans une caisse. Le dépôt qui s'y forme est traité à la sébille quand il est assez riche, et le schlich séparé est envoyé à la fonderie. Le plus souvent, il faut d'abord concentrer le schlich sur une table appelée *goldlutte*, qui a 18 pouces de largeur, 8 de profondeur et une toise et demie de longueur. L'inclinaison est de deux pouces par pied. A la partie supérieure on délaie le schlich, on frotte en remontant la surface du dépôt qui se forme sur la table. Ce qui reste sur la table est traité à la sébille : ce qui est entraîné se dépose dans un labyrinthe. La partie supérieure du dépôt dans ce labyrinthe repasse sur la table; la partie inférieure est envoyée à la fonderie, ou si elle n'est pas assez pure, est lavée sur les tables ordinaires. L'eau trouble, après son passage sur les toiles, se rend dans les labyrinthes. Comme elle retient encore de l'or, on met des toiles sur la tête des tables dormantes qui lavent les premiers dépôts des labyrinthes. Ce qui s'attache à ces toiles est rassemblé et lavé sur la *goldlutte*. Quelquefois même on fait passer sur cette table la tête du dépôt sur les tables dormantes.

L'or obtenu à la sébille est réuni dans une boîte. Le produit du travail d'un mois est amalgamé, en l'agitant avec du mercure dans un mortier. L'amalgame est lavé, pressé et distillé comme à Zell.

Dans presque tous les ateliers de lavage, cette méthode a été remplacée par l'amalgamation directe. Il y a deux étages de moulins. Une paire de moulins suffit pour une batterie de trois pilons.

On met 50 livres de mercure dans chaque caisse de fonte. Au bout de quatre semaines, on presse l'amalgame et on le distille. L'or obtenu contient ordinairement deux tiers d'or fin, un tiers d'argent. Il est livré aux monnaies, où se fait la séparation des deux métaux. Pour 1,000 quintaux bocardés, la perte en mercure est d'une livre; mais on en retrouve une demi-livre, comme nous allons le dire : la perte réelle n'est donc que d'une demi-livre.

Le mercure qui est au fond du moulin se trouve divisé, par le schlich qui le traverse, en particules fines que le courant entraîne. Pour les recueillir, on fait passer l'eau trouble, à la sortie des moulins, sur les planches de toile qui servaient autrefois à arrêter l'or, ou, ce que l'on a trouvé plus avantageux, sur des planches non rabotées dont les fibres saillantes retiennent les grains de mercure. On nettoie de temps en temps ces planches, en y faisant arriver de l'eau pure et frottant vivement avec un balai. Le dépôt est entraîné; il se rassemble dans un bassin particulier, d'où il est pris pour passer à la *goldlutte*. Ce qui reste sur cette table, après le lavage, est traité à la sébille. En un mot, on opère pour obtenir le mercure comme dans l'ancienne méthode, pour avoir l'or. Quand le dépôt des planches donne de l'or, on baisse la meule mobile; on la relève au contraire quand il y a trop de mercure entraîné.

La sébille est en bois d'érable. Elle a 16 pouces de long, 14 de large, 3 de profondeur à la partie postérieure. Elle va en se relevant vers la partie antérieure : sur les deux côtés il y a des poignées. L'ouvrier frappe la sébille contre son corps pour

séparer l'or ou le mercure par des chocs répétés.

Les comparaisons faites à Schemnitz sur les deux procédés sont à l'avantage du dernier. On le voit par le tableau suivant :

	Postes.	Fers. 1 fer pile en 24 heures.	Quantité pilée.	Mercure employé.	Or produit	Sur 1000 q. de minerai.		
						Or.	Perte en merc.	
Minerai de Pa- cherstollen avec moulins.	98	169	2 93	48497	35 4	40 14 3 2	13 2	23
— sans moulins.	98	62	3 29	20017	» 30	12 14 2 3	10 1	1,5
Minerai de Sigis- mond avec mou- lins	92	56	3	15422	7 3 13	6 13 1	7	14,7
— sans moulins.	75	15	2 50	2812	» 2	12 2	4 2	0,7

Ainsi pour le premier, on gagne 3 loths 1 quent-chen d'or et on perd 21 $\frac{1}{2}$ loths de mercure ;

Pour le second, on gagne 2 loths 2 quent. d'or et on perd 14 loths de mercure.

Le gain définitif est évident.

La perte qui était autrefois de 35 à 40 $\frac{1}{2}$ de l'or contenu, est à présent de 25 $\frac{1}{2}$ environ.

On bocardait autrefois à œil couvert. Les matières pilées ne pouvaient s'échapper que par deux canaux pratiqués dans les poutres formant la séparation des batteries. C'est à ce mode de bocardage qu'il faut attribuer les pertes énormes dans le lavage (60 $\frac{1}{2}$ du plomb et de l'argent contenus). Le minerai était broyé *à mort* (ou tott) et réduit en pellicules qui recouvraient l'eau comme une écume et n'étaient point arrêtées sur les tables de lavage. On change partout ce système et l'on bocarde à la fente. Un tiroir, placé sur le côté antérieur de la caisse, descend jusqu'à 2 pouces

du fond ; les matières pilées passent par cette ouverture, s'élèvent derrière le tiroir et se déversent sur toute la longueur de la caisse. Il y a par-là moins de minerai broyé *à mort*. Il semblerait, d'après la perte actuelle, que l'on bocarde encore trop fin ; mais on prétend que l'or étant très disséminé dans le minerai, il faut bocarder fin pour le découvrir et le rendre attaquant par le mercure.

Un fait remarquable, c'est qu'en général, bien qu'on obtienne plus d'or avec les moulins qu'avec les toiles, la quantité d'or contenue dans les schlichs donnés par les lavages subséquens n'est pas diminuée. Le mercure retient donc une partie de l'or qui, enlevée par les eaux, ne s'arrêterait ni sur les toiles ni sur les tables de lavage. Il semblerait aussi d'après cela que l'or se trouverait dans le minerai à deux états différens, puisqu'une partie de cet or échappe toujours à l'action du mercure.

Le tableau suivant indique les proportions d'or et d'argent obtenues dans les moulins et dans les schlichs donnés par les lavages après l'amalgamation.

	1 fer bocarde en 24 heures.		De 1000 quintaux on obtient			
			or d'amalga- mation.		schlichs.	
	qx.	liv.	lot.	que.	den.	quintaux
Minerais plombifères du Pacherstollen..	3	»	14	1	2 25	131
— — du puits Sigismond.	3	20	9	»	1 75	61
Haldes argentifères du puits Charles . . .	5	50	3	2	3 75	32
— — Ferdinand.	4	»	»	1	1 50	34
— — Siglisberg . . .	3	50	»	2	2	32
Minerais aurifères et argentifères du puits Maximilien	3	60	10	»	1 25	64
— — André	2	80	10	1	2	90

Les minerais argentifères des puits François, Etienne, Christine ne donnent pas d'or d'amalgamation.

Les haldes ou déblais d'anciennes exploitations peuvent être traités avec profit par l'amalgamation directe.

Kremnitz.

Les minerais de Kremnitz sont plus aurifères que ceux de Schemnitz. Ils ne contiennent pas de plomb. L'argent y est natif et à divers états de combinaison; la gangue est en général du quartz.

Dans plusieurs ateliers, on suit l'ancienne méthode, en augmentant le nombre de toiles suivant la richesse du minerai.

Quand on se sert de moulins, on en met trois en étage. Le premier renferme 50 livres de mercure, le second 45, le troisième 40. L'or y est recueilli dans les proportions de 4, 2, 1. On voit que le dernier moulin en fournit encore; il est donc à croire qu'il faudrait un plus grand nombre de moulins. La perte en mercure était autrefois de 4 livres par 1000 quintaux bocardés. En sou-

Contenu des 1000 quintaux														
dans l'or d'amalgamation.						dans les schlichs.								
Or fin.			Argent fin.			Or fin.			Argent fin.				Plomb.	
lot.	que.	den.	lot.	que.	den.	lot.	que.	den.	ma.	lot.	que.	den.	qx.	liv.
9	1	25	5	1	50	7	1	1 25	4	1	2	3 75	23	26
5	3	1	3	»	3 50	4	»	50	2	1	2	1 50	17	99
1	1	2 25	2	1	1	1	1	3 50	3	13	3	2 25	»	»
»	1	»	»	»	1 50	3	»	1 75	7	6	»	»	»	»
»	1	2	»	1	»	1	1	1 50	6	1	2	50	»	»
6	»	1 25	4	»	50	4	»	1 25	3	8	3	3 50	»	»
6	»	1 25	4	»	»	4	»	1 75	3	9	3	1	»	68

levant le meule mobile de manière à ce que les saillies de fer ne plongeassent plus dans le mercure, on a diminué cette perte de moitié. Mais on sent que le mélange est moins intime avec le mercure et qu'il faut par suite plus de moulins. La pâte nécessite une grande quantité d'eau pour que l'or n'y reste pas engagé; la vitesse du courant, pour le nombre de moulins indiqué, est alors très rapide et doit s'opposer à l'amalgamation.

Ces obstacles, provenant de la plus grande richesse et de l'état de la gangue, rendent l'amalgamation directe moins avantageuse. C'est ce qui a fait conserver à Kremnitz, dans beaucoup d'ateliers, l'ancienne méthode. Quelquefois on établit un procédé mixte, en appauvrissant le minerai sur des toiles avant de le faire passer dans les moulins.

On a reconnu qu'il fallait que le minerai eût, par 1000 quintaux, une valeur de 6 loths d'or, pour couvrir les frais d'exploitation, et une de 8

loths, quand on tient compte en outre des charges que l'administration a à supporter, comme pensions d'anciens employés, etc.

Magurka.

A Magurka, la perte en mercure est de 6 livres par 1000 quintaux bocardés. Cette grande perte est due à la nature du minerai. Le filon est formé de granite, d'argile et de quartz renfermant de l'or et de l'antimoine sulfuré. Il se forme dans les moulins une combinaison entre le mercure et l'antimoine sulfuré.

EXPLICATION DE LA PLANCHE III.

Moulins d'amalgame de Zell.

(Fig. 1 et 2.)

La fig. 1 représente la coupe d'un moulin par AB (fig. 2), l'élévation du moulin de l'étage inférieur.

La fig. 2 représente le plan du moulin et le plan de la meule mobile vue par dessous.

r, roues dentées motrices. Chaque roue engrène avec les deux roues voisines des moulins de même étage et avec la roue du moulin correspondant dans l'étage inférieur. Une seule roue, étant mise en mouvement, fait tourner toutes les autres.

m, axe moteur, carré à sa partie supérieure, engrenant avec *a*.

a, pièce en fonte, carrée intérieurement, présentant un rebord sur lequel s'applique le triangle *t*.

c, caisse en fonte supportée par trois tiges de fer *p*.

d, meule en bois entourée de cercles de fer, présentée sur sa base des petites lames de fer saillantes *f*.

e, tiges qui relient cette meule au triangle en fer *t*, lequel reçoit le mouvement de l'axe moteur.

h, pièces sur lesquelles repose *a* et que l'on change à volonté pour faire monter ou descendre la meule de bois.

k, conduit par lequel arrive l'eau trouble sortant du bocard.

l, conduit par lequel elle se rend dans l'autre moulin.

n, conduit par lequel elle va aux labyrinthes.

(Moulins d'amalgame du Bockstein.)

Fig. 3, 4, 5, 6, 7, 8 et 9.

Fig. 3. *a, b*, cône très évasé sur lequel on applique une couche de schlich. Il tourne sur le pivot *z* et est soutenu par quatre branches se rattachant à un collier *q*. Il porte à l'intérieur, sur sa circonférence, des dents, par lesquelles il engrène avec une lanterne.

l, roue dentée à l'autre extrémité de l'axe de cette lanterne.

k, arbre moteur portant des roues qui engrènent avec des lanternes placées sur les axes des moulins.

mn, hélice présentant une rentrée *m*. Elle engrène avec *l*, lui imprime un mouvement continu, et à chaque tour de l'arbre engrène avec une autre dent. Le mouvement est ainsi donné au cône.

D, poutres qui supportent l'axe du moulin et qu'à l'aide d'une vis on peut faire varier un peu de position pour soulever ou abaisser la meule.

p, robinet donnant un jet d'eau qui enlève le schlich par tranches, le délaie et l'entraîne.

cd, caisse où tombe l'eau trouble et où elle se divise en trois parties pour chacun des moulins *M*.

Fig. 4, 5, 6 et 7. — *o*, tige du moulin portant par trois tranches *e f g* la meule mobile *x y*.

rs, tube dans lequel passe l'axe. L'eau trouble tombe dans la partie conique *t u* passe entre le tube *rs* et la meule et sort du moulin par *B*.

i, saillies en fer à la partie inférieure et convexe du coursier.

h, lames de tôle appliquées sur la meule en bois.

Fig. 8. — Mécanisme employé pour communiquer le mouvement aux tables à secousse.

Fig. 9. — Grande roue hydraulique à double rangée d'augets. Dans la projection parallèle au plan de la roue, on a supposé enlevée la paroi verticale antérieure de la première rangée d'augets : la 2^e. rangée est indiquée par les lignes ponctuées.

MÉMOIRE

Sur les travaux qui ont été exécutés dans le département de la Meurthe pour la recherche et l'exploitation du sel gemme.

Par M. J. LEVALLOIS, ingénieur des mines.

Suite (1).

DEUXIÈME PARTIE. — DIEUZE.

La saline de Dieuze existait déjà en 893 (2); elle appartenait à l'abbaye de St.-Maximin de Trèves. Les ducs de Lorraine la possédaient en 1215, et ils la conservèrent jusqu'à la réunion de ce duché à la France; et c'est depuis cette époque qu'elle a fait partie de notre domaine national. Toutefois il paraît qu'elle n'a pris un très grand développement que dans les temps modernes. On voit, en effet, par un document de 1744, que la fabrication de Dieuze ne s'élevait, à cette époque, qu'à 70,000 quintaux métriques. En 1795 elle avait doublé; elle était de 140,000

Historique.

(1) La première partie de ce mémoire se trouve dans le 4^e. volume de ce recueil, pages 37 et 321.

Nota. La plante maritime qui croît dans la vallée de la Seille doit être rapportée à la *Salicornia herbacea*, (Lamarck et Decandolle) et non au *Crithmum maritimum*.

(2) Mémoire sur le sel et les salines de Lorraine, couronné par l'Académie des sciences et belles-lettres de Nancy, le 8 mai 1791; par M. Piroux, architecte juré de cette ville.

quintaux (1). En 1813, où elle atteignit son *maximum*, elle avait encore doublé; elle était de 282,000 quintaux. Dans l'année 1825, qui précéda le nouveau bail, cette production était descendue à 124,000; et enfin elle serait aujourd'hui de 250,000 environ (2), sans les perturbations que lui font éprouver les fabrications particulières qui se sont élevées depuis la fin de 1830. Mais je dois faire observer que les deux autres salines domaniales du département de la Meurthe ayant été supprimées depuis 1825, savoir : celle de Château-Salins en 1826, et celle de Moyenvic en 1831, toute la fabrication est actuellement concentrée dans la saline de Dieuze, en sorte que la production de celle-ci (250,000 quint.) se trouve augmentée de toute celle des deux salines supprimées, c'est-à-dire de 100,000 quint. environ. Une nouvelle branche d'industrie fut ajoutée, en 1803, à cet établissement : une fabrique de soude artificielle qui, dans ces dernières années, a pris une très grande extension, y fut créée à cette époque par M. Carny père. Enfin j'ajouterai, pour achever de donner une idée de l'importance de la saline de

(1) *Journal des Mines*, tome III, page 6.

(2) Ces 250,000 quint. seraient distribués à peu près comme il suit :

Sel fossile	18,000
Sel raffiné {	
Pour la vente à l'intérieur	150,000
<i>id.</i> à la Suisse	35,000
<i>id.</i> à la Prusse rhénane	32,000
Pour les produits chimiques	15,000
	232,000
	250,000

On vend aussi une petite quantité de sel dans le pays de Luxembourg.

Dieuze, que le terrain qu'elle occupe a une superficie d'à peu près 20 hectares, qu'elle emploie constamment plus de 400 ouvriers, et qu'elle consomme annuellement 120,000 quint. de houille et 15,000 stères de bois.

L'exploitation de Dieuze n'avait pour matière première, jusque dans ces derniers temps, que l'eau salée qui jaillit du fond d'un puits, à 12^m,85 au-dessous du sol, et qui afflue au volume de 770 mètres cubes environ par 24 heures, marquant 16 degrés $\frac{1}{2}$ à l'aréomètre de Baumé (1). Ce puits alimentait en outre la saline de Moyenvic, au moyen d'une conduite en bois de 12,556 mètres de développement, qui en transmettait les eaux jusque-là. Maintenant, par suite de la fermeture de ce dernier établissement, il est exclusivement exploité pour la saline de Dieuze. Mais tandis qu'autrefois l'eau de la source était soumise immédiatement à l'évaporation, on ne l'évapore plus aujourd'hui qu'après l'avoir préalablement graduée jusqu'à saturation au moyen du sel gemme. Cette eau n'a aucune propriété thermique, et on n'a pas constaté non plus que son produit ni son degré fussent influencés notablement par la variation des saisons. Mais ce degré n'est pas le même à toutes les hauteurs dans le puits, par suite des infiltrations d'eau douce qui s'y font en différents points. A 6^m,50 au-dessus du fond, l'aréomètre ne marque déjà plus que 5 à 6 de-

(1) Ce volume correspond à un produit en sel de 450,000 quintaux métriques par an, terme que la fabrication n'a jamais atteint, même dans l'année de son *maximum* (1813) où elle s'éleva, pour Dieuze et Moyenvic réunis, à 340,000 quintaux.

Source salée.

grés, et à 8^m niveau où se tiennent naturellement, à peu près, les eaux du puits, la salure est à peine sensible. Le puits a la forme d'un rectangle de 5^m,40 sur 3^m,45, et il est très solidement boisé. Une prise d'eau faite dans le Spin, ruisseau qui sépare la saline de la ville, fait mouvoir une roue hydraulique qui sert à son épuisement.

L'eau extraite ne marque guères en général que 14° $\frac{1}{2}$, à l'aréomètre de Baumé. L'analyse que j'ai faite de cette eau, dont la densité était de 1,112, à la température de 14° cent., lui donne la composition suivante :

Eau.	0,8554
Chlorure de sodium.	0,1317
Chlorure de magnésium.	0,0040
Sulfate de magnésie.	0,0002
Sulfate de chaux.	0,0034
Sulfate de soude.	0,0053
	1,0000 (1)

La compagnie des salines et mines de sel de l'est n'étant pas entrée en possession de la mine de Vic, par les motifs qui ont été exposés dans la première partie, devait naturellement porter ses regards sur la vaste usine dont je viens de faire l'esquisse, pour y établir l'exploitation du sel gemme et y concentrer ainsi toutes ses opérations.

(1) Il résulterait de cette analyse, que la magnésie se trouverait presque entièrement à l'état de *muriate*. Je l'ai consigné ainsi, parce que tel est le résultat immédiat du traitement par l'alcool. Cependant il serait possible, d'après les observations de MM. Grotthus et Berthier (*Ann. des Mines, 1^{re} série, tome III, page 171*), que la formation d'une partie de ce sel fût causée par l'action même du dissolvant.

Un traité fut passé par elle, pour cet objet, avec un entrepreneur anglais, le sieur Furnival, qui mit la main à l'œuvre au mois d'avril 1826. Mais des difficultés s'étant élevées entre les contractans, le sieur Furnival abandonna son entreprise le 1^{er} mars 1827, et la compagnie prit dès lors elle-même la conduite des travaux. C'est à partir de cette époque que M. le directeur général m'ordonna d'exercer une surveillance plus spéciale sur lesdits travaux, dans lesquels j'intervins encore de plus près à dater du 1^{er} août de la même année, que je fus chargé de diriger la partie d'art de cette exploitation.

Les travaux exécutés sous ces deux régimes distincts seront l'objet de deux paragraphes séparés. Dans un troisième, je suivrai le sel gemme dans les différentes transformations qu'on lui fait subir depuis sa sortie du puits, et enfin un quatrième paragraphe sera consacré à l'examen des machines.

§ 1^{er}. Travaux des Anglais.

Le sieur Furnival commença par reconnaître la position du sel gemme au moyen de la sonde. Un premier coup fut donné à 35 mètres du chemin de Kerprich, et à 200 mètres environ au S.-O. de l'enclos de la saline (1), qui atteignit ce minéral à 57 mètres. Un second, donné à 2 kilomètres N.-E. de Dieuze, à la jonction de la route de Strasbourg et du bois de la Nachtweide, l'atteignit à 65^m.60.

(1) Voir la carte des sondages annexée à la 1^{re} partie, tome IV, planche I^{re}.

Les travaux de la mine furent ouverts le 10 mai 1826, dans l'enceinte même de la saline, en un point situé à 300 mètres E.-S.-E. du premier sondage, à 285 mètres N.-O. du puits de la source salée, et plus haut de 4^m,40 que l'embouchure de celui-ci.

Ensemble
des travaux.

Le système de ces travaux comporte essentiellement trois puits. (*Pl. IV, fig. 1.*)

1°. Le *puisard*, foncé en premier lieu pour assécher les deux autres, et poussé seulement jusqu'à la profondeur jugée nécessaire pour cela, jusqu'à 47 mètres.

2°. Les deux puits d'extraction; ceux-ci ne sont qu'à 8^m,50 l'un de l'autre (d'axe en axe), et n'ont que 1^m,42 dans œuvre, en sorte que chacun d'eux ne peut admettre qu'une tonne et qu'en dernier résultat ils ne font ensemble que l'office d'un seul puits, à deux compartimens. Le premier de ces puits appelé *St.-Étienne*, est à 18^m,80 du puisard; l'autre, appelé *Ste.-Barbe*, en est par conséquent à 27^m,30.

Et en outre :

3°. Une galerie dite *du puisard*, qui va de *St.-Étienne* à celui-ci, pour y conduire les eaux qui suintent à travers le boisage des puits d'extraction et qui y sont recueillies par des gargouilles.

4°. Une galerie dite de *secours* pratiquée à l'opposé de la précédente, sur le flanc du puisard et à 1^m.90 au-dessus de son fond, destinée à servir de magasin d'eau, au cas où l'épuisement serait momentanément empêché.

On n'a rencontré d'eau dans le foncement du puisard que jusqu'à 30 mètr. environ du jour, et en si petite quantité que l'extraction en a toujours été faite avec une pompe mue à bras d'hommes.

Son affluence était, comme elle est encore aujourd'hui, de 5 mètres cubes environ par heure. Elle marque 4 degrés et demi à l'aréomètre de Baumé.

Le creusement des puits d'exploitation a encore fourni moins d'eau, puisque l'enlèvement s'en est toujours fait avec les tonnes mues par un treuil à bras d'hommes, qui servaient à extraire les déblais. Comme dans le puisard, on n'en a pas rencontré au-delà de 30 à 35 mètres (1). Mais arrivé à la première couche de sel, à la jonction de celle-ci et du terrain argilo-gypseux, qui forme son toit, on a eu, de même qu'à Vic, de l'eau salée saturée. Son affluence était pour les deux puits de 14 mètres cubes par 24 heures ou 0^m.58 par heure; mais la très majeure partie venait du puits *St.-Étienne*. On verra plus tard que cette affluence s'est notablement accrue dans celui-ci en 1831. Une chambre a été pratiquée entre les deux puits dans la troisième couche de sel, pour recevoir des réservoirs en bois dans lesquels coule l'eau salée qui est recueillie par des gargouilles.

On ignore en quoi consistait le plan d'exploitation que le sieur Furnival se proposait de suivre; on sait seulement que l'extraction du sel devait se faire au moyen d'une machine à vapeur qui aurait en même temps opéré l'épuisement de l'eau douce à l'aide d'une pompe en fonte qui devait être placée dans le puisard. Quant à l'eau salée, c'est par des tonnes qu'on devait l'extraire.

(1) L'eau fournie par les puits d'extraction est comprise dans les 5 mètr. que l'on extrait du puisard par heure. Après l'entier achèvement de ces puits, elle entrerait dans ces 5 mètres pour un tiers de mètr. environ, et cette proportion n'a guères varié depuis.

Foncement
du puisard

Le puisard est carré, il a 1^m,42 dans œuvre. Il a été boisé à cadres contigus sur toute la hauteur (47 mètr.). Jusqu'à 18^m,20, ces cadres sont en chêne de 0^m,127 d'épaisseur; au-dessous, ils sont en sapin de 0^m,076. A l'exception des quatre ou cinq premiers, ils ont tous été posés de haut en bas.

Ils sont composés (*fig.* 5, 6, 7, 8 et 9) de quatre pièces symétriques deux à deux. Les deux longues sont appuyées dans le terrain par des oreilles saillantes de 0^m,16. Chacune des deux courtes (*fig.* 9) porte à un de ses bouts deux tenons qui entrent dans deux mortaises correspondantes de la longue pièce (*fig.* 7 et 8), et à l'autre bout un tenon plus court qui entre dans une coulisse que porte aussi la longue pièce. Quand on veut poser un de ces cadres, on pratique dans le terrain quatre trous pour recevoir les oreilles des longues pièces que l'on met en place les premières, puis on établit les deux courtes en engageant d'abord le bout qui porte les deux tenons, et chassant ensuite de force l'autre bout, dont l'entrée est rendue possible par la coulisse dont il vient d'être parlé. Enfin on enfonce deux chevilles dans deux trous pratiqués l'un au-dessus et l'autre au-dessous de la coulisse, pour que la pièce ne puisse pas être rejetée dans l'intérieur du puits par la poussée.

Je dois faire observer que la position relative de deux cadres contigus est telle, que les longues pièces de l'un sont placées au-dessus des courtes de l'autre. C'est pour éviter que les trous qui reçoivent les oreilles ne soient toujours faits dans les mêmes faces du terrain, auquel cas ils ne formeraient plus qu'une rainure continue, et il n'y aurait réellement plus de point d'appui.

Or, voici comment on a procédé au creusement de cette fosse.

On a creusé de 1^m,30 environ, et on a placé au fond de cette excavation un cadre *porteur* sur lequel on a élevé d'autres cadres de boisage jusqu'à l'embouchure du puits, cadres formés comme ceux du boisage intérieur dont il sera parlé plus tard.

On a rempli de corroi fortement tassé l'intervalle restant entre le bois et le terrain.

On a poursuivi le foncement, mais en réduisant la surface de la fouille à l'espace justement nécessaire à la pose du boisage.

Lorsqu'on a été descendu de 1^m,30 environ en contre-bas du cadre porteur, on a fait immédiatement au-dessous de ce cadre les quatre trous nécessaires pour la pose d'une assise de boisage que l'on a mise en place comme il a été décrit plus haut et que l'on a attachée à l'assise précédente avec huit crampons.

On a foncé de nouveau et de l'épaisseur du dernier cadre mis. On en a posé un autre au-dessous de ce dernier, auquel on l'a attaché, comme tout à l'heure, avec huit crampons, et ainsi de suite. On voit que de la sorte il y a toujours à peu près 1^m,30 de distance entre le fond de l'excavation et le cadre que l'on met en place; c'est afin que les ouvriers soient à la hauteur la plus commode pour pratiquer les trous qui reçoivent les oreilles du boisage. Cependant, quand il est arrivé qu'à cette hauteur le terrain n'avait point de consistance, on a assis le boisage sur le fond même de l'excavation, et on a boisé ensuite cet espace en remontant.

Pour faire en sorte que le cadre que l'on pose

soit bien contigu à celui qui le précède, on cale les longues pièces à l'aide de coins que l'on chasse en dessous d'elles dans les trous.

Quand on a enlevé plus de terrain qu'il n'en faut pour la place d'une pièce, on engage entre le terrain et le cadre supérieur des coins qui s'opposent au renforcement de cette pièce.

L'épuisement était fait avec une pompe qui à la fin du creusement occupait 36 hommes par 24 heures. Aussitôt qu'on a eu dépassé les couches aquifères, vers 32 mètres, on a établi cette pompe à demeure dans une cuvette qui recevait par des chéneaux les eaux supérieures recueillies par des gargouilles.

L'enlèvement des matières était fait ici, aussi bien que dans les puits d'extraction, au moyen d'un treuil qui employait 26 hommes par 24 heures. Après l'achèvement du puisard, ce treuil a servi pour extraire l'eau qui vient de ces puits amenée par la galerie *a* (fig. 1 et 2), en sorte que l'épuisement occupait en réalité 62 hommes par jour.

Foncement
des puits
d'extraction.

Les puits d'extraction sont revêtus d'un double boisage jusqu'au-dessous des couches aquifères, l'intervalle entre les deux boisages étant de 0^m,16. A partir de ce point jusqu'au premier banc de sel gemme, il n'y a plus qu'un seul revêtement. Enfin une fois arrivé dans le sel gemme, on n'a plus boisé, si ce n'est dans quelques intervalles de couches dont le terrain n'avait pas assez de consistance. Cette portion des puits est taillée circulairement sur 1^m,52 de diamètre, tandis que la partie boisée est un carré de 1^m,42 de côté dans œuvre, comme je l'ai dit plus haut.

Le boisage intérieur n'est pas semblable à celui

qui a été employé dans le puisard. Il consiste en quatre pièces de chêne épaisses de 0^m,127, assemblées à mi-bois en hauteur comme en épaisseur, et réunies les unes aux autres par quatre crampons posés sur les angles et noyés dans le bois (fig. 10).

Or, voici comment on a procédé au foncement de ces puits.

On a ouvert une fosse de 2^m,18 dans œuvre que l'on a foncée et boisée de haut en bas jusqu'au-dessous des couches aquifères, de la même manière que le puisard, si ce n'est que les cadres (excepté les quatre ou cinq premiers) sont en sapin de 0^m,076 d'épaisseur.

Arrivé vers 33 mètres, dans un banc gypseux bien sec, et à 1^m,80 au-dessous du dernier cadre posé, on a nivelé le fond du puits en l'élargissant, jusqu'à lui donner 2^m,50 de côté environ; après quoi on a creusé de nouveau de 0^m,30, en rétrécissant la fouille à la dimension portée par les cadres du boisage intérieur.

On a posé un de ces cadres ayant exactement 0^m,30 de hauteur, et on l'a serré fortement contre le terrain avec des coins.

Sur celui-ci on a assis un cadre *porteur*, ayant comme lui 1^m,42 dans œuvre, mais avec une hauteur de 0^m,16, et une épaisseur de 0^m,50.

L'intervalle de 0^m,05 à peu près qui restait entre le bois et le terrain, a été rempli de crottin de cheval tamisé, recouvert de goudron, et sur lequel on a tassé fortement du corroi, et surtout dans les trous qui reçoivent les oreilles.

Sur cette fondation, on a élevé tout le boisage intérieur, en liant chaque cadre à celui qui le précède, d'abord par des goujons de fer implantés

dans les surfaces de joint, et ensuite par huit crampons posés comme pour le boisage extérieur. D'autres crampons fixés vers les extrémités de chaque pièce empêchent qu'elle ne puisse se rapprocher du revêtement extérieur.

L'intervalle qui restait entre ce boisage et le terrain, jusqu'à la rencontre du dernier cadre de sapin, a été rempli de corroi bien battu.

A partir de ce point, au fur et à mesure qu'on a élevé les cadres, on a coulé entre les deux boisages une pâte bien liquide, obtenue en délayant avec de l'eau de la terre végétale noirâtre, très légère et soigneusement tamisée. On ne boisait ainsi chaque jour que l'espace d'un mètre pour donner le temps à la terre de se déposer et de faire son effet (1). Tous les deux mètres on faisait dans le boisage extérieur de grands trous à coups de hache, pour permettre à la terre de pénétrer aussi derrière ce revêtement.

A partir du cadre porteur jusqu'au premier banc de sel gemme, le puits a été foncé et boisé de haut en bas, en opérant comme au puisard. Les cadres sont en chêne, ont 0^m,076 d'épaisseur, et 1^m,42 dans œuvre.

Telle est la série des opérations qui furent exécutées par le sieur Furnival. A son départ, la machine à vapeur n'était pas encore arrivée, et il n'y avait pas d'autre moteur employé que des bras d'hommes.

(1) Cette terre noire devait, au dire des mineurs anglais, s'insinuer dans les joints du boisage et produire l'effet que nous obtenons par le calfatage; mais jamais ce résultat n'a pu être atteint, et il a fallu au bout de quelques jours clouer des lames de plomb sur tous les joints.

Le puits Saint-Etienne avait alors 100^f mètres de profondeur, ayant atteint le sel à 55^m,10, et en ayant traversé une épaisseur de 28^m,70, en huit bancs. Le puits Sainte-Barbe avait touché le sel à la même profondeur, et était poussé jusqu'à 76 mètres.

Ce système de travail est exactement emprunté, dit-on, d'une mine des environs de Nortwich. Or, sans qu'il soit facile de comprendre quels motifs ont pu en déterminer l'emploi dans cette localité, toujours est-il que l'application qui en a été faite à Dieuze ne saurait être justifiée.

Le puisard, en effet, n'a pu être pratiqué que pour faciliter le creusement des puits d'extraction, comme fosse de secours, ou pour offrir un point de réunion aux eaux hors de ces puits.

Or, les fosses de secours ne sont commandées que quand on est en présence d'immenses nappes d'eau; et ce n'est certes pas le cas qui se présentait à Dieuze. Il y a plus, c'est que ce n'est pas non plus le cas que supposait l'entrepreneur, puisque, comme on l'a vu, dans ce système on laisse couler la majeure partie de l'eau, ce qui assurément exclut l'idée d'une grande abondance de ce fluide.

Quant à l'utilité du puisard, pour offrir un point de réunion aux eaux hors des puits d'extraction, il est évident qu'on aurait atteint le même but en pratiquant tout simplement sur le flanc d'un de ces puits, à la hauteur convenable, un réservoir dans lequel on aurait dirigé toutes les eaux, en même temps qu'on y aurait fait plonger l'aspirateur de la pompe d'épuisement établie dans ce puits lui-même. Et qu'on remarque, d'ailleurs, que tout en faisant le puisard, le sieur Furnival n'a pas évité le creusement de cette

galerie : c'est celle dite *de secours*. Et cela provient de ce que le fond de son puisard n'était qu'à 4^m,10 au-dessous de la galerie qui communique avec les puits d'extraction; en sorte que, sans cette galerie de secours, il n'y aurait pas eu l'espace suffisant pour contenir les eaux seulement pendant deux heures.

On ne s'explique pas mieux l'utilité de ces deux puits d'extraction accolés l'un à l'autre, et ne faisant, en dernière analyse, que le service d'un seul puits à deux compartimens, mais après avoir exigé des frais presque doubles. Sans doute il convient, en général, d'avoir deux puits dans une exploitation : c'est pour faciliter l'airage, c'est pour avoir deux centres d'extraction, c'est enfin pour assurer le salut des ouvriers, en cas où l'usage de l'un des deux serait momentanément empêché. Mais n'est-il pas évident que pour atteindre ce triple but il faut que les puits soient à une assez grande distance l'un de l'autre? et que pour satisfaire à la loi d'économie, il faut même qu'ils soient à la plus grande distance possible, eu égard à la dépense qu'occasionne le creusement d'un puits, au coût du roulage et à la richesse en épaisseur du gîte qu'on exploite, et que les deux puits accolés de la mine de Dieuze ne satisfont à aucune de ces exigences?

La manière dont on a exécuté le revêtement du puisard mérite d'être remarquée. C'est un moyen simple de boiser à cadres contigus de haut en bas et sans avoir recours au boisage provisoire, mais qui ne s'applique toutefois que lorsqu'il ne s'agit pas de retenir de l'eau.

Quant au boisage intérieur des puits d'extraction, il ne présente point d'avantage sur celui qui

a été employé à Vic, et la coupe en est beaucoup moins facile à faire, sans compter qu'il se trouve encore renchéri sans nécessité par les vingt crampons et les huit goujons en fer que chaque cadre emploie.

Mais quel était le but de ce double boisage, de cette terre interposée, enfin de tout ce système de construction appliqué aux puits d'extraction et différent de celui du puisard? Évidemment ce but n'a pu être que d'éloigner les eaux de ces puits pour les rejeter sur le puisard, ou peut-être pour les retenir au moins en partie, comme cela arrive effectivement, ainsi que je m'en suis assuré en adaptant au boisage intérieur, dans le puits Saint-Etienne, un tuyau de plomb dans lequel l'eau s'est élevée jusqu'à 12^m,50 du jour. Or, dans l'un comme dans l'autre cas, il aurait été beaucoup plus simple de recourir à l'application du picotage et du cuvelage, et en même temps beaucoup plus efficace. En effet, six mois ne s'étaient pas écoulés lorsqu'une affluence d'eau extraordinaire entraînant de la terre noire se fit jour par la gargouille d'eau douce du puits Sainte-Barbe. L'écoulement dura deux heures, et ne cessa sans doute que parce que la terre chariée par l'eau finit par obstruer elle-même le passage qu'elle s'était fait d'abord. Toutefois, pour éviter le retour d'un pareil accident, on s'empressa d'établir à 2 mètres environ au-dessous de la fondation anglaise, une trousse picotée, sur laquelle on éleva, jusqu'à la rencontre de cette fondation, du cuvelage de 0^m,15 d'épaisseur, derrière lequel on coula du béton, et dont les joints furent soigneusement calfatés. Un mois après le même accident eut lieu au puits Saint-Étienne, et nécessita le même remède.

D'ailleurs, j'ai déjà dit qu'il avait fait clouer des lames de plomb sur tous les joints pour empêcher l'eau de se répandre dans les puits. De pareils faits démontrent hautement l'impuissance du système employé à Dieuze par les Anglais pour isoler les eaux.

§ II. Reprise des travaux par la Compagnie.

La première opération fut de poursuivre le foncement des deux puits d'extraction que l'on poussa jusqu'à ce qu'ils aient eu traversé la neuvième couche de sel, jusqu'à 108 mètres environ de profondeur. On s'arrêta à ce point, parce que cette couche puissante de 4^m,60 présentait une épaisseur de 3 mètres de sel de qualité passable, ce qui détermina la compagnie à y ouvrir une exploitation provisoire, pressée qu'elle était d'alimenter ses ateliers avec des eaux saturées. Cette exploitation se fit par galeries de 5 mètres de large et de 3 mètres de haut, et à peu près sur le même plan que celle de Vic. Le développement total de ces galeries est de 900 mètres environ.

En même temps on s'occupa d'agrandir la chambre des eaux salées, de manière qu'elle pût suffire à un approvisionnement de soixante-dix-neuf heures, et on établit une machine à molettes attelée de quatre chevaux pour faire l'extraction du sel jusqu'à l'installation de la machine à vapeur.

On a vu plus haut qu'à la cessation de l'entreprise anglaise, l'épuisement se faisait à bras, et qu'il employait soixante-deux hommes par jour. Ce provisoire coûtait 2,400 francs par mois, et il pouvait se prolonger encore long-temps; il était

donc urgent de le remplacer par un autre moins coûteux. C'est pourquoi je m'empressai de faire installer dans le puisard la pompe en fonte (de 0^m,14 de diamètre), qui plus tard devait recevoir son mouvement de la machine à vapeur, mais en le lui faisant donner provisoirement par un balancier en bois mu lui-même par un manège à engrenages. Ce manège était attelé de trois chevaux qui coûtaient 800 francs par mois, en sorte que cette disposition, pendant près de neuf mois qu'elle fut appliquée jusqu'à la mise en activité de la machine à vapeur, a produit une économie de 12,000 francs, défalcation faite de la dépense qu'avait demandée l'établissement du manège, dont les principaux agrès existaient déjà dans la saline, et qu'il ne fallut que déplacer. D'ailleurs, ce manège a été conservé, aussi bien que la machine à molettes, et l'un et l'autre suppléent en cas de besoin à la machine à vapeur.

Cette machine a été mise en activité au mois d'avril 1827, en même temps qu'un appareil d'extraction à câbles plats. Je décrirai l'un et l'autre avec détail dans la suite de ce Mémoire. Qu'il me suffise pour le moment de dire que cette machine est de quinze chevaux, à moyenne pression, à double effet, sans détente et sans condenseur.

A cette même époque, on a exhaussé les puits d'extraction jusqu'au second étage du bâtiment qui les contient, et cela pour la cause qui sera indiquée plus tard.

Dans le système de l'entrepreneur anglais, la descente des ouvriers devait s'opérer par les tonnes, moyen toujours périlleux : il fallait changer cet état de choses. Malheureusement les puits d'extraction avaient été construits trop étroits

Approfondissement
du puisard.

pour que l'on pût y disposer un *goyau* pour les échelles; c'est pourquoi je proposai, de concert avec M. Voltz, de faire servir le puisard à cette destination, en l'approfondissant jusqu'à la neuvième couche. Mais pour pouvoir faire cette opération, il fallait d'abord offrir un nouveau point de réunion aux eaux douces, qui jusqu'alors se rassemblaient dans le puisard. On utilisa pour cela la galerie de *secours* que l'on convertit en un réservoir, en barrant son entrée avec un serrement à entailles *s* (*fig. 1 et 2*), conditionné comme on l'a vu dans la première partie (§ 2), après l'avoir préalablement agrandie, de sorte qu'elle est capable aujourd'hui de servir de magasin d'eau pendant quarante-six heures, tandis qu'auparavant elle était remplie en seize heures.

Ce travail, commencé le 1^{er} mai 1828, fut fini en décembre, et sans avoir présenté rien de particulier, si ce n'est que l'eau saturée que l'on a rencontrée dans ce foncement, comme dans les autres, s'est montrée en presque totalité (30 litres environ par heure) à 1 mètre au-dessus du toit de la première couche de sel, tandis qu'il ne venait de ce toit que quelques suintemens à peine sensibles.

Approfondissement
sous *stok*
du puits
Saint-Étienne.

Les travaux d'exploitation, comme on l'a vu, n'avaient été ouverts dans la neuvième couche que pour parer provisoirement aux besoins pressans de la fabrication. Avant d'arrêter où et comment cette exploitation devait être définitivement établie, une opération restait à faire. C'était d'achever l'exploration du gîte en poursuivant l'approfondissement de l'un des puits; mais *sous stok*, afin de ne pas entraver l'extraction courante, et de ne pas exposer les travailleurs du fond. Cette opération, qui a été menée

de front avec le foncement du puisard, a consisté, 1^o. à ouvrir, à partir de la neuvième couche, un petit puits *e* de 1^m,50 de diamètre (*fig. 1*), et profond de 7^m,10; 2^o. à pousser à partir du fond de *e* une galerie *f* sous le puits Saint-Étienne; et c'est là qu'on s'est établi pour exécuter le foncement sous *stok* dans le prolongement de ce dernier. On a donné à cette partie du puits la forme circulaire sur 2^m,50 de diamètre. L'ensemble de ces percemens a traversé une dixième et une onzième couche de sel, et a fait reconnaître en tout une épaisseur de terrain de 31^m,30. Arrivé à ce terme, le foncement devenait trop coûteux; c'est pourquoi on a continué l'exploration en faisant au fond du puits un sondage, qui a été poussé jusqu'à 69^m,80 de profondeur. D'après cela la coupe du puits Saint-Étienne peut être représentée par le tableau ci-dessous :

	m.		m.
Profondeur jusqu'au sel	55.1		
Sel. — 1 ^{re} couche	3.6	Ci	3.6
Intervalle	» 8		
Sel. — 2 ^e couche	3.6	Ci	3.6
Intervalle	0.2		
Sel. — 3 ^e couche	13.»	Ci	13.»
Intervalle	2.3		
Sel. — 4 ^e couche	2.»	Ci	2.»
Intervalle	4.1		
Sel. — 5 ^e couche	1.»	Ci	1.»
Intervalle	1.2		
Sel. — 6 ^e couche	» 5	Ci	» 5
Intervalle	3.7		
Sel. — 7 ^e couche	2.5	Ci	2.5
Intervalle	4.3		
Sel. — 8 ^e couche	3.1	Ci	3.1
Intervalle	3.5		
Sel. — 9 ^e couche	4.6	Ci	4.6
Intervalle	2 6		

	m.		m.
Sel. — 10 ^e . couche.	9.7	Ci	9.7
Intervalle	0.2		
Sel. — 11 ^e . couche.	5.4	Ci	5.4
Intervalle	12.3		
<hr/>			
Profondeur totale du puits. . .	139.3		
Sondage. {	Suite de l'intervalle	37.8	
	Sel. — 12 ^e . couche.	6.2	Ci 6.2
	Intervalle	3.4	
	Sel. — 13 ^e . couche.	3.1	Ci 3.1
	Intervalle (non entièrement traversé). . .	19.3	
<hr/>			
Profondeur totale explorée. . .	209.1	Épaisseur totale du sel traversé. 58.3	

Ce tableau représente aussi à très-peu près, comme on le pense bien, les coupes du puits Sainte-Barbe et du puisard, et c'est pour cela que je ne reproduis pas ici ces dernières.

On ne doit pas s'attendre à ce qu'à la distance qui sépare Dieuze de Vic, il y ait correspondance d'épaisseur entre les différents bancs de part et d'autre; d'autant mieux que la distinction qui a été faite de ces bancs en intervalles et en couches de sel, présentait beaucoup d'incertitude quand le sel était très mélangé de salzthon. Cependant on ne peut s'empêcher de remarquer que cette correspondance existe assez bien jusques et y compris la troisième couche. (*Voir la première partie, tome IV, page 66.*) D'ailleurs, c'est des deux côtés absolument la même composition de terrain: jusqu'au sel (1), des marnes et des argiles (salz-

(1) On n'a pas traversé à Dieuze le grès inférieur du *Keuper*, parce que les puits sont ouverts dans les marnes rouges situées au-dessous de ce grès.

thon), entrelacées de toutes sortes de manières avec du gypse en partie anhydre. Ces mêmes roches constituent encore les intervalles entre les couches de sel; mais alors les parties effervescentes y deviennent fort rares, et elles renferment aussi moins de gypse et plus d'anhydrite. Quand ces substances y dominant, le salzthon acquiert de la solidité, tandis que sans mélange il se délite avec la plus grande facilité.

Le sel est aussi identique dans les deux localités: considéré en grand, il forme des masses absolument compactes; considéré en petit, il est exclusivement cristallin et diaphane. Et ces masses ne sont autre chose qu'un agrégat de cristaux, ne laissant pas le moindre vide entre eux, et enchevêtrés en tous sens, comme il arrive dans une cristallisation confuse. Les dimensions des lames ne sont pourtant pas, communément, au-dessous d'un centimètre, et elles s'élèvent bien au-dessus dans les variétés blanches. On prendra, je crois, une idée assez nette de la texture de cette roche, quand je dirai qu'un morceau de sel poli présente l'apparence d'une feuille de moiré métallique. On ne rencontre jamais de cristaux isolés, mais on en peut obtenir facilement par le clivage. La cassure est, comme on doit le prévoir, très irrégulière; mais elle a pourtant toujours lieu suivant une suite de lames. Ces lames sont miroitantes: mais leur éclat disparaît au bout de quelque temps d'exposition à l'air. Le sel est le plus ordinairement vert de bouteille ou gris, ainsi coloré par de l'argile bitumineuse; plus rarement jaune d'ambre ou blanc, soit pur, soit tacheté de points rougeâtres ou jaunâtres; jamais bleu.

La pesanteur spécifique du sel gemme a été

Caractères
du sel gemme.

trouvée, par plusieurs expériences, à la température de 18° cent. :

- de 2,14 pour le sel blanc,
- de 2,17 pour le sel gris,
- de 2,22 pour le sel le plus impur.

Ce minéral est froid au toucher : il n'est pas dur ; il est rayé par la chaux carbonatée, mais il raie la chaux sulfatée. Néanmoins sa ténacité est assez grande pour qu'on ne puisse l'exploiter qu'à la poudre.

Considéré comme matière de construction, ce sel présente à la rupture une résistance absolue de 352,000 kilogrammes par mètre carré, et par conséquent supérieure à celle de la pierre de Givry sur laquelle Gauthey a expérimenté. C'est la moyenne de six épreuves que j'ai faites principalement sur du sel gris.

Les analyses faites par M. Berthier (*Ann. des Mines, tome 10, page 259*) de quatre variétés de sel gemme de Vic, n'ont accusé d'autres substances étrangères dans ce minéral que de l'argile bitumineuse, du sulfate de chaux, du sulfate de soude (2 p. 100 dans une seule variété), et seulement une trace de sulfate de magnésie dans une autre ; mais ce qu'il est essentiel de remarquer, point de muriate de cette dernière base. Pourtant il se trouve de la magnésie en quantité assez notable dans l'eau salée qui sort de la mine, aussi bien que dans celle de l'ancienne source ; mais cette terre y est évidemment introduite par l'eau, avant de passer sur le roc salé, puisqu'on la trouve même dans toutes les eaux douces du pays. Quant au sel rouge, il est coloré par 0,002 de peroxide de fer.

J'ai cherché en vain dans le sel l'iode et le

brôme, et peut-être l'existence des goîtres qui affligent quelques points de la vallée de la Seille, sullisait-elle pour faire présumer l'absence du premier de ces corps ?

Quant aux substances qui se trouvent habituellement mélangées avec le sel, et que l'œil seul peut y distinguer, ce sont : 1°. de l'argile bitumineuse disséminée ; 2°. du salzthon, soit en petites couches linéaires parallèles à la stratification, soit en veines ou petits filons en général très minces ; 3°. de l'anhydrite compacte en petits rognons ou noyaux ; 4°. du polyalithe, également en petits rognons ou noyaux : mais à Dieuze, aussi bien qu'à Vic, cette matière ne se trouve pas dans les couches inférieures ; elle domine surtout dans la troisième. Une seule fois j'y ai reconnu du soufre : ayant exposé un morceau de sel à la chaleur, je fus frappé par l'odeur de l'acide sulfureux, et je découvris en effet sur sa surface, à l'aide de la loupe, quelques petits points jaunes gros comme la tête d'une épingle, et ayant évidemment subi la fusion.

On rencontre souvent dans le sel blanc, surtout lorsqu'il est à grandes lames, de petites cavités qui contiennent à la fois un liquide et un gaz, que l'on voit se déplacer lorsqu'on incline les morceaux en divers sens. Ces fluides n'ont pas été analysés ; mais on sait que la même particularité a été observée dans le sel du Cheshire (1).

C'est ici le lieu de mentionner deux autres faits : le premier, c'est qu'on trouve aussi quelquefois de petites cavités remplies d'une matière d'un blanc mat, et qui forme comme de petits nuages

(1) *Annales des Mines, 3^e. Série, tome 1^{er}., page 161.*

à travers le sel. Cette matière est grenue et humide; elle est insipide, peu soluble; elle précipite par le muriate de baryte et par l'oxalate d'ammoniaque; c'est donc du sulfate de chaux. Le deuxième fait, c'est qu'il n'est pas rare de trouver une couche d'eau infiniment mince, interposée entre les lames du sel, lorsqu'on le clive.

Le sel se rencontre aussi à l'état lamelleux que nous venons de décrire, mêlé dans le salzthon qui forme les intervalles des couches; mais, en outre, il se trouve là, ainsi que nous l'avons dit à propos de la mine de Vic, à l'état fibreux, en veines ou petits filons qui ont quelquefois plus de 2 décimètres d'épaisseur. Ce sel est le plus habituellement couleur de feu, plus rarement jaune de vin ou blanc. Les fibres sont ou droites ou diversement courbées. On rencontre parfois dans ces veines du sel lamelleux associé au sel fibreux, et c'est là que l'on a obtenu, encore fort rarement, des cubes dégagés sur quelques-unes de leurs faces. Dans tous les cas, le sel fibreux présente encore la texture lamelleuse quand on le casse perpendiculairement aux fibres. Il arrive quelquefois que l'on trouve dans une même veine du sel et de l'anhydrite fibreux, les fibres étant à peu près continues de l'un à l'autre minéral, et ayant presque la même coloration, en sorte qu'il faut de l'attention pour distinguer où finit l'un et où commence l'autre. J'ai vu dans un de ces cas le sel occuper le milieu du filon, pendant que l'anhydrite se trouvait près des deux parois, auxquelles, d'ailleurs, les fibres étaient normales.

L'identité entre les terrains traversés à Vic et à Dieuze s'observe jusque dans les détails, et par exemple, jusque dans la présence de ces lignes

parallèles en général aux plans de séparation des bancs, et qui divisent les couches de sel en zones diversement nuancées. Je dis, en général, parce qu'on rencontre souvent, en effet, des anomalies dans ce parallélisme. J'ai indiqué aussi que les surfaces de séparation des bancs étaient en général planes. Cette règle n'est pas non plus sans exception; et c'est ainsi qu'on voyait en un point, à Vic, le salzthon qui forme le toit de la cinquième couche se ramifier, s'extravaser pour ainsi dire, dans cette couche, sur la hauteur et la largeur d'un mètre environ.

Ici encore, comme à Vic, on a trouvé de l'eau saturée au toit de la première couche de sel, et pas une goutte au-dessous de ce niveau. Au puits Saint-Étienne cette eau sortait également d'un vide existant entre le sel et le terrain supérieur, mais seulement par places, et non pas sur tout le pourtour. Au puits Sainte-Barbe ce vide se réduisait à peu de chose, et il n'existait même pas au puisard. Mais on a vu aussi qu'il n'y avait que très peu d'eau dans la première de ces fosses, et encore moins dans la dernière, où elle ne venait même pas au toit du sel, mais à un mètre au-dessus.

L'approfondissement du puits avait donc fait reconnaître deux couches de sel au-dessous de la neuvième; mais la dixième était toute brouillée de salzthon, tandis que la onzième, ayant déjà une forte épaisseur (5^m, 2 communément), contenait en quantité notable du sel blanc, du sel bon à être consommé à l'état gemme, ce qui était encore confirmé par quelques galeries d'exploration que l'on y avait poussées. D'un autre côté, le sondage avait reconnu une douzième couche plus

Plan général
d'exploitation
dans la
11^e. couche.

puissante que la onzième, et qui s'annonçait aussi comme belle. Mais indépendamment de ce que les indications de ce genre sont beaucoup moins certaines que celles qu'on obtient par des puits et des galeries, la disposition donnée *a priori* à la machine d'extraction, pour une profondeur beaucoup moindre, s'opposait à ce qu'on songeât à exploiter cette couche-là. C'est pourquoi je proposai d'établir l'exploitation dans la onzième. D'ailleurs, il est bien évident que si les règles de l'art des mines prescrivent, en général, d'attaquer les gîtes de minerais par le bas, ce principe ne saurait être pris pour absolu, et qu'il y a lieu de le modifier, lorsque, comme au cas particulier, le gîte ne donne pas d'eau; lorsqu'il n'est point ébouleux; lorsqu'il peut être divisé en plusieurs étages séparés les uns des autres par des épaisseurs telles que chacun puisse, sans aucun inconvénient sous le rapport de la solidité, être exploité avant celui qui est au dessous; lorsqu'enfin il en résulterait des dépenses que l'exploitation ne pourrait raisonnablement pas supporter, d'après la valeur et les débouchés de la matière.

Cela posé, le problème qu'il s'agissait de résoudre était celui-ci : exploiter une couche à peu près horizontale de 5^m,2 de puissance, exempte d'eau et de gaz, parfaitement solide, présentant toujours le minerai en masse et sans gangue, mais dans lequel ce minerai est d'une valeur inférieure à celle de tous les matériaux qu'on pourrait employer comme remblais.

De ce simple exposé résultait l'obligation de prendre les soutènements dans la masse même à exploiter, et par conséquent l'impossibilité de tout enlever; ce qui conduisit à employer le mode

d'exploitation dit *par piliers* ou *en échiquier*. Or, le projet que j'ai présenté sur cette base consiste, tel qu'il a été amendé par le Conseil général des mines :

I. A mener suivant la ligne qui joint les centres des deux puits une galerie principale ayant 6 mè. de large, taillée en voûte de 0^m,7 de flèche, et telle qu'il reste encore 1 mè. d'épaisseur de sel à la clef (*fig.* 3 et 4).

II. A pousser de 26 mè. en 26 mè. et perpendiculairement à la galerie principale, des galeries latérales L_1 , L_2 , L_3 , et portant les mêmes dimensions.

III. A recouper ces dernières par des traverses $A, A_1, A_2 \dots B_1, B_2 \dots C_1, C_2 \dots$ parallèles à la galerie principale et de mêmes dimensions, distantes aussi entre elles de 26 mètres, ou de moins selon les exigences de l'airage.

IV. A réserver autour de chaque *groupe* de 9 *massifs*, formés par l'intersection des galeries latérales et transversales dont il vient d'être parlé, une cloison de 7^m. d'épaisseur, interrompue seulement au débouché des dites galeries, rétrécies là à la largeur de 1^m.50.

Le but de ces cloisons est d'empêcher que, si par hasard l'on vient à rencontrer de l'eau dans un *groupe*, l'invasion ne s'étende au delà de ce groupe ainsi circonscrit. Et pour cela il n'y aurait qu'à établir des serremens dans les espaces rétrécis à 1^m,50 qui viennent d'être mentionnés.

V. A réserver de pareils rétrécissemens dans la galerie principale et dans les galeries latérales qui limitent les groupes, telles que

$L_3, L_9 \dots L_4, L_{10} \dots$

VI. A mener de front la préparation des massifs de la façon qui a été expliquée, et l'exploitation

de ces mêmes massifs, au moyen de galeries ou tailles, toujours des mêmes dimensions, et de telle sorte qu'il reste en définitive par chaque massif 9 piliers carrés de 4^m,66 de côté.

Cette simultanéité est commandée ici par les règles d'une bonne économie industrielle, qui veut que l'on répartisse autant que possible les avantages de l'exploitation entre les différentes années, et par conséquent que l'on ne réserve pas exclusivement pour les dernières l'arrachement des massifs évidemment moins coûteux que leur préparation. Il est vrai qu'en général on procède différemment dans les mines; mais c'est qu'en général aussi le minerai a assez de valeur pour qu'il importe d'en enlever, s'il est possible, jusqu'à la dernière parcelle, ce qui ne peut se faire sans éboulemens, et ce qui entraîne par conséquent l'obligation d'attaquer les massifs par les points les plus éloignés, par ceux où on ne doit plus revenir, et par suite celle de pousser tout d'abord les travaux préparatoires de ces massifs à la plus grande distance possible.

VII. A réserver intact le massif central pour ne pas compromettre la solidité des puits.

VIII. La descente des ouvriers s'opère par le puisard jusqu'à la neuvième couche, et à partir de là, par le petit puits ou burtiat *e* (*fig. 1 et 3*), poussé à cet effet jusqu'à la onzième.

IX. L'airage est déterminé par la cheminée de la machine à vapeur, haute de 40 mètres environ, et qui est mise en communication avec le puisard.

Jusqu'ici cela a suffi, sans portes ni barrages, pour entretenir une bonne circulation d'air dans la mine; mais, comme il n'en sera pas de même par la suite, on recourra alors à d'autres artifices,

qui consisteront: 1°. dans un barrage en *x*; 2°. dans une porte en *y*; 3°. dans des portes placées dans les ouvertures réservées à travers les cloisons dont il a été parlé plus haut, et à travers d'autres cloisons *ad hoc*, telles que *z* (*fig. 3*). C'est une disposition analogue à celle qui est employée aux mines de houille de Newcastle, suivant ce que M. Héron de Villefosse nous a fait connaître dans sa *Richesse minérale*. Seulement les barrages et les cloisons que nécessite l'airage sont construits là après coup et en maçonnerie, tandis que dans notre mine il est plus économique de les réserver *a priori* dans la masse même du sel.

X. Après l'entière exploitation d'un groupe on abattra les cloisons *z*.

De même, lorsque deux groupes voisins seront exploités, les cloisons contiguës à leur lisière commune devenant inutiles, on les abattra pour réunir les deux groupes en un seul, et ainsi de suite de proche en proche, de sorte qu'en définitive il n'y aura de sel perdu que celui employé à enclôre le champ d'exploitation dans tout son pourtour.

C'est d'après ce plan que l'on a travaillé jusqu'à ce jour, et la *fig. 3* montre le développement qu'avaient acquis les travaux au 1^{er} janvier 1834. On voit, par cette figure, que le champ d'exploitation s'étend seulement d'un côté de la galerie principale. Quand ce champ sera épuisé, on en formera un second de l'autre côté.

Il peut être curieux de savoir pour combien d'années peut servir un pareil champ, en supposant seulement qu'il s'étende à 400 mètres des puits, et que l'exploitation annuelle soit de 200,000 quintaux, ce qui est un grand *maximum*. Or, il est facile de calculer que le sel enlevé cuberait à

très peu près un million de mètres, correspondant à 20 millions de quintaux (en prenant seulement 2 pour la densité du sel gemme), ce qui suffirait pour cent ans.

La coupe (*fig. 4*) n'est faite ni suivant l'inclinaison ni suivant la direction de la couche; mais il est facile d'en déduire ces deux élémens; puisque le sol des galeries suit exactement le mur de cette couche, lequel est constamment indiqué par du sel fibreux. Le calcul fait voir que la pente est de $1^{\circ} \frac{1}{2}$ vers le N. 10° E.

Abattage
du sel.

L'arrachement du sel dans les galeries ou tailles se fait au moyen d'un ouvrage qui consiste en deux gradins droits, et par le secours de la poudre. Avant de faire jouer les mines, on commence par pratiquer à chaque gradin, au sol et sur les deux parois, des entailles auxquelles on donne en général $0^m,55$ de profondeur.

L'outil qu'on emploie pour faire les entailles est un pic terminé par une pyramide quadrangulaire qui doit être fort aiguë, sans quoi on n'en obtient qu'un mauvais service. Mais aussi cette pointe, soit usée, soit brisée par la rencontre de quelques parties d'anhydrite, est communément hors d'usage en une demi-heure. De là la nécessité coûteuse de monter et de descendre chaque jour plusieurs tonnes exclusivement chargées d'outils. Frappé de cet inconvénient, M. Meynier, ancien officier supérieur d'état major, qui a été chargé pendant plusieurs années de l'administration de la mine, a modifié la construction du pic (*fig. 11* et *12*), en rendant la pointe indépendante du manche, qui, de cette manière, peut servir pour un grand nombre de pointes. Celles-ci seules sont renvoyées au jour quand il en est besoin, et pour

cela on les réunit dans une petite boîte que l'on place dans les tonnes au-dessus du sel. De plus, M. Meynier a établi dans le fond une meule, sur laquelle on aiguise les pointes, tant qu'elles n'ont pas encore besoin d'être passées au feu. Cette disposition d'outil qui pourrait sans doute être avantageuse dans plus d'une circonstance, rend pourtant le pic plus cher qu'il n'était auparavant, par cela qu'il est plus façonné et plus lourd. Mais aussi, par cette dernière raison, il produit un plus grand effet, au moins dans ce cas particulier.

Les outils qui composent le *jeu de mine* ont été importés d'Anzin, et on les manœuvre à peu près comme dans cette localité. Les fleurets ou *batrouilles* sont tels que le diamètre des trous est de $0^m,035$ au fond. Deux ouvriers sont employés à faire un trou de mine; l'un tenant la masse (1) de ses deux mains frappe sur la batrouille, que l'autre tient et tourne aussi de ses deux mains. Quand le trou est fait, on y vide la poudre contenue dans les cartouches, on place l'épinglette (qui est en fer de $0^m,01$ au plus gros diamètre), puis on bourre, d'abord avec le papier des cartouches, ensuite avec du sel que l'on a soin de choisir le plus pur possible, et enfin on ferme le trou avec un peu de terre glaise. Quand on a retiré l'épinglette, on introduit à la place un fêtu de paille rempli de poudre fine, long de $0^m,1$ environ, et que l'on suspend à l'orifice en serrant la glaise tout contre. La mèche est faite avec du papier tourné en spirale et imbibé de suif; on la fixe sur le bord du trou au moyen d'une pelote de glaise,

(1) Les masses ont la forme indiquée dans la *fig. 5, Pl. V, tome IV*; elles pèsent 4 kilogrammes.

transversalement au fétu, le touchant et le dépassant ordinairement de 0^m,06, longueur suffisante pour que le mineur ait le temps de trouver un refuge. La quantité dont le fétu sort du trou est de 1 à 2 centimètres, seulement ce qu'il faut pour qu'il atteigne la mèche. Les trous de mine varient en profondeur de 0,5 à 1^m,1, et en charge de 27 à 55 hectogrammes.

Quand il s'agit d'abattre le gradin du bas qui se trouve tout dégagé sur sa face supérieure, on fait des trous de mine plus gros (de 0^m,045), et dont la profondeur va jusqu'à 1^m,2. Les trous qui sont verticaux sont percés à l'eau (saturée) par un seul homme qui manœuvre le fleuret en le faisant danser. On met ordinairement dans chaque gradin deux pétards chargés ensemble d'un kilogramme de poudre, et l'on abat ainsi un volume de 5 mètres cubes.

Le sel gemme, à l'instar de certaines pierres de taille, se fore assez facilement avec une mèche; et M. Meynier avait eu la pensée d'utiliser cette propriété pour le percement des trous de mine. Nous avons reconnu effectivement que l'usage de cet outil pouvait faire gagner du temps; néanmoins on ne l'emploie pas jusqu'ici à cause de la difficulté de rendre son application commode dans toutes les positions. Pourtant je pense que cette idée ne doit pas être abandonnée.

J'avais voulu, à Vic, employer la poudre mélangée de sciure de bois desapin, et dans l'unique essai que j'en avais fait, en composant le mélange d'un volume de sciure contre deux de poudre, j'avais obtenu un résultat qui indiquait une économie de 25 p. 100. Ces avantages ne se sont pas réalisés à Dieuze; mais je suis porté

à croire qu'il n'en faut chercher d'autre cause que l'inertie des ouvriers qui, il faut le dire, se plaignaient de la fumée que dégageait la sciure, et plus encore le son que nous y avons substitué. Il sera donc à propos de reprendre ces expériences.

A mesure que le sel est détaché par les coups de mine, ou par les coins (quand l'effet des premiers n'a pas été complet), il est trié en deux classes, le blanc et le gris; et celui-ci est cassé en morceaux de la grosseur du poing, pour faciliter la lixiviation qu'il doit subir ultérieurement. Là finit la tâche du mineur. Cette tâche est payée, pour les galeries de préparation des massifs, à raison de 105 francs par mètre courant, produisant 100 tonnes ou 565 quintaux. Là-dessus les mineurs se fournissent la poudre et la lumière, savoir :

Poudre.	8 kil. à 2 fr. 50 ci. .	20 fr.
Chandelle (1). . .	4 à 1 50 ci. .	6
	Total.	26 fr.

mais l'entretien des outils n'est pas à leur charge.

Il faut 30 journées (de 8 heures) pour abattre, trier et casser 1 mètre courant.

Le roulage s'est fait jusqu'à ce jour au moyen de brouettes; on s'occupera incessamment de l'établissement d'un chemin de fer et d'un mode de roulage en rapport avec cette voie. En attendant, on paye pour le transport au puits, pour le chargement et le déchargement des tonnes, et pour le transport depuis l'embouchure des puits jusqu'aux ateliers où le sel subit ses manipulations, on paye, dis-je, actuellement, 28 fr. par mètre. Les ouvriers

Roulage.

(1) La routine des ouvriers s'est opposée jusqu'ici à ce qu'on substituât l'huile à la chandelle.

chargés de ce travail gagnent 1 fr. 30 cent. par jour.

Les tonnes, ainsi que je l'ai dit, contiennent 565 kilogr. de sel. Les puits étant creusés un peu au-dessous des places d'accrochage, elles se trouvent disposées en contre-bas de ces places, de sorte qu'on les charge, en y versant immédiatement les brouettes. Pour les décharger au jour, on les reçoit sur des *ponts roulans*, analogues à ceux dont MM. Dufrénoy et Elie de Beaumont ont parlé dans leur *voyage métallurgique en Angleterre*.

Extraction
du sel.

L'élévation des tonnes au jour s'opère, comme je l'ai dit plus haut, au moyen d'un tambour horizontal à câbles plats, qui est mu par une machine à vapeur. Cette machine extrait au moins 20 tonnes par heure (10 par chaque puits), et elle pourvoit en outre à l'extraction des eaux tant douces que salées. C'est même là la plus grande partie de sa tâche, car elle absorbe 90 heures par semaine, tandis que l'extraction du sel n'en demande que 23, et ne se fait guères que tous les deux jours.

Pompe pour
l'extraction des
eaux salées.

On a vu précédemment qu'une pompe avait été établie pour l'épuisement de l'eau douce; mais que l'eau salée réunie dans une chambre *c* (*fig. 1*), pratiquée dans la troisième couche, était enlevée au moyen des tonnes. Cet état de choses ne pouvait être que provisoire, et il fallait en venir à faire aussi cet épuisement avec une pompe. Cette nécessité se fit surtout sentir après l'approfondissement du puisard qui donna aussi un peu d'eau salée. Or, les dispositions que je fis exécuter à cet effet, à la fin de 1829, consistent en ce qui suit :

1°. On a pratiqué sur le flanc du puisard, et au niveau de la chambre *c* une autre chambre *c'*;

celle-ci reçoit un cuvier dans lequel tombe l'eau salée du puisard.

2°. On a percé le boyau *d* pour mettre en communication les deux chambres. Dans ce boyau on a établi une conduite qui réunit en une seule capacité les réservoirs et le cuvier.

3°. On a pratiqué sur le flanc de la galerie *a* dite *du puisard*, et en contre-bas de cette galerie, une chambre *g* capable de contenir 36 mètres cubes d'eau (1) environ.

4°. On a établi dans le puisard une pompe en fonte de 0,09 de diamètre, aspirant dans le cuvier *c'* et dégageant dans la chambre-réservoir *g*. La tige de cette pompe est liée à celle de la pompe d'eau douce qui lui sert de maîtresse tige, et lui donne ainsi son mouvement.

5°. A partir de ce réservoir, c'est la pompe d'eau douce elle-même qui amène l'eau salée au jour, et même jusqu'au *lessivoir* situé 10 mètres plus haut.

Pour obtenir ce double résultat, il a suffi, d'une part, de remplacer l'aspirateur unique de la pompe d'eau douce par un aspirateur double, dont chacune des parties porte un robinet que l'on ouvre ou ferme, selon que l'aspiration doit se faire de tel ou tel côté. De l'autre part, de fermer l'embouchure de la pompe par un *stufenbok*, en adaptant encore un robinet au dégorgeoir de l'eau douce, pour obliger l'eau salée à passer dans le tuyau élévatoire.

On a vu, au commencement de cette seconde partie, que le volume de l'eau salée était primiti- ^{Augmentation dans l'affluence de l'eau salée.}

(1) En ce moment, on en creuse une autre vis-à-vis. Elle communiquera avec la première, et aura une capacité quatre fois plus grande.

vement de 0^m,58 par heure : ce volume était encore le même le 20 février 1831. Et pourtant il faut dire qu'il ne s'était pas toujours tenu fixement à ce point : ainsi il était descendu jusqu'à 0^m,35, et s'était élevé jusqu'à 0^m,76 ; mais après ces écarts, qui étaient de peu de durée, il avait toujours fini par revenir au chiffre indiqué. Le 21 février, on s'aperçut d'une augmentation brusque provenant du puits Saint-Etienne. Le volume était de 0^m,93, et il oscilla autour de ce terme entre les limites 0^m,85 et 1^m,12 jusqu'au 10 mai. Mais à partir de là il s'était fixé à 0^m,85 environ, lorsqu'une nouvelle augmentation se fit remarquer le 30 septembre. L'affluence était de 2^m,46, et provenant toujours du même puits. Le lendemain elle était de 2^m,98, et au bout de peu de temps elle était redescendue à 2^m,5, terme dont elle ne s'est pas écartée depuis.

Quoi qu'il en soit, la machine à vapeur fut obligée dès ce moment de fonctionner jour et nuit, et la conséquence de cela, c'est que s'il fût survenu un accident extraordinaire qui eût arrêté son jeu pendant quelque temps, ou un nouvel accroissement dans le volume de l'eau, on n'aurait plus pu maîtriser cette eau, et qu'il aurait fallu la laisser tomber dans les travaux. Il était donc urgent de sortir de cette situation ; c'est pourquoi je résolus d'essayer de faire remonter l'eau salée jusque dans le réservoir *g*, sans le secours de la machine, si la pression de son *niveau* le permettait, ou sinon, au moins, de la condamner par un cuvelage.

Pour cela, après avoir déboisé sur la hauteur de 3 mètres environ au-dessous de la gargouille qui recueille l'eau salée du toit de la première couche, on creusa pour asseoir dans le premier in-

Cuvelage.

tervalle une trousse *picotée* de 0^m,32 d'épaisseur sur 0^m,20 de hauteur. Sur celle-ci on en posa une seconde de même dimension, puis on éleva du cuvelage de 0^m,16, en tassant derrière, au fur et à mesure, de la terre glaise bien battue, jusqu'à la rencontre du cadre-gargouille. Arrivé là, on a encore déboisé au-dessus de ce cadre sur la hauteur de 2^m,50 environ, et on l'a arraché lui-même. Alors on a bien pu examiner l'état des choses, et on a reconnu, 1^o. que l'eau n'arrive en quantité notable (comme cela avait déjà lieu auparavant) que sur la face S.-O. du puits, et même, en un seul endroit de cette face, large de 0^m,4, courant perpendiculairement à cette face, c'est-à-dire du S.-O. au N.-E.; 2^o. que le vide observé dès le principe au toit de la première couche de sel s'était notablement agrandi au point de sortie du courant, et qu'il avait au bord du puits 0^m,2 de hauteur, cette hauteur diminuant à partir de ce bord, et se réduisant à 0^m,01, à la profondeur de 4 à 5 mètres, la plus grande à laquelle l'œil ait pu atteindre; 3^o que cet agrandissement est plutôt fait aux dépens de la roche peu agrégée qui sert de toit au sel, qu'aux dépens du sel lui-même; 4^o. que le vide n'a pas sensiblement augmenté dans le reste du pourtour du puits.

Cependant, on a continué à élever le cuvelage jusqu'à 1^m,50 environ au-dessus de la source, en y adaptant, en face de celle-ci, un robinet de 0^m,04 de diamètre, muni d'un ajutage pour aller rejoindre le tuyau destiné à conduire l'eau salée dans les réservoirs. Puis on a établi par-dessus le dernier cadre deux trousses *picotées*, la première de 0^m,32, et la seconde de 0^m,38 d'épaisseur. Au-dessus de ce couronnement, on a laissé vide une

hauteur de 0^m,5 environ, pour pouvoir au besoin réparer le dernier picotage. Cela fait, on a calfaté et cloué des goussets dans les angles, et en fermant le robinet, le puits s'est trouvé rendu complètement inaccessible à l'eau salée.

Tuyau ascensionnel.

Mais ce n'était là que le but secondaire de ce travail, et le principal était de soulager la machine de l'élévation de cette eau, sans pourtant fermer toute issue à celle-ci. Pour cela, j'ai fait adapter au cuvelage, un peu plus haut que la source, un tuyau en plomb de 0^m,04 de diamètre, fixé dans l'angle du puits, et s'élevant jusqu'à la galerie du puisard. On a fermé le robinet, et au bout de quatre heures environ l'eau a jailli au sommet du tuyau, et s'est déversée dans la galerie pour regagner le réservoir *g*. Tel est l'artifice à l'aide duquel les choses ont été remises sur le même pied qu'avant l'augmentation de l'affluence de l'eau salée; car dès ce moment la machine n'a plus eu à travailler que seize heures environ par jour comme précédemment. Par suite, la pompe inférieure est devenue sans emploi, au moins habituellement.

Il eût été intéressant de savoir jusqu'où l'eau salée était capable de jaillir ainsi, et je me suis assuré qu'elle pouvait déjà s'élever jusqu'à 33^m,20 au-dessous du sol; mais je n'ai pas pu pousser l'expérience plus loin, parce que le cuvelage, sous cette pression toujours croissante, faisait eau de toutes parts.

On pouvait craindre que l'eau, contrariée dans sa circulation, ne se rejetât sur les deux autres puits; mais il n'y a pas eu jusqu'ici la moindre augmentation dans le volume de celle qu'ils reçoivent. En tout cas, si cela arrivait, le remède est indiqué, et il n'y aurait qu'à y faire le même tra-

vail qui a été exécuté au puits Saint-Étienne. C'est le lieu de dire que l'accroissement de l'affluence de l'eau salée dans ce puits n'a été accompagnée d'aucune variation dans celle de l'eau douce.

Le tuyau ascensionnel en plomb, dont il vient d'être parlé, a déjà eu besoin de fréquentes réparations, et il faudra en venir à le remplacer par de la fonte. C'est qu'en effet c'est là le seul métal qui présente quelques chances de conservation dans la mine. On a beaucoup employé en diverses circonstances, dans le principe, le plomb et le cuivre, et leur destruction était très prompte, ce que j'attribue à la double action de l'eau salée et du gaz hydrosulfurique provenant de la combustion de la poudre. Et, en effet, on voit le plomb se recouvrir d'un enduit gris noirâtre, à éclat métallique, dans lequel j'ai constaté la présence du soufre.

J'exposais, dans la 1^{re} partie de ce mémoire (*tome IV, page 69*), qu'en choisissant, pour une mine de sel, entre l'un ou l'autre des deux systèmes qui se présentent pour l'exploitation des mines à *niveaux*, ou de retenir les eaux ou de les laisser couler; on ne faisait que choisir entre deux dangers: ou celui de voir les eaux retenues réagir par leur pression pour se faire jour plus bas et inonder les travaux, comme cela est arrivé à Vic; ou celui des éboulemens provenant des vides que produit dans le terrain la lixiviation incessante de ses parties salées; et j'ajoutais qu'il ne me paraissait pas possible de prononcer, en général, lequel de ces deux écueils devait être le plus soigneusement évité.

Ici, comme on l'a vu, on a adopté le système du libre écoulement, et tout simplement à cause de la direction première donnée dans ce sens aux

Destruction des métaux dans la mine.

Observations sur le système adopté à l'égard des eaux.

travaux par le sieur Furnival, et que l'on n'aurait pu changer sans dépenses notables.

Cependant, depuis la grande augmentation brusquement survenue dans l'affluence de l'eau salée en septembre 1831, on s'est demandé s'il n'était pas naturel de s'attendre encore à de nouvelles augmentations, et de craindre que les vides toujours croissans, produits par la dissolution du sel, ne finissent par compromettre la solidité des puits; et si, par suite, il n'était pas à propos d'en revenir à contenir cette eau; alors surtout que l'exploitation est établie à une si grande profondeur (67 mètr.) au-dessous du siège de l'eau, et que d'ailleurs les travaux sont ordonnés de manière à ce que si par hasard le liquide se faisait jour jusque-là, l'invasion ne pût beaucoup s'étendre. C'est cette question que nous allons examiner. Et d'abord nous ferons remarquer que si les deux dernières considérations sont de nature à ne pas faire redouter de contenir l'eau salée, à plus forte raison ne devra-t-on pas craindre non plus de contenir l'eau douce qui se trouve encore 20 à 25 mètres plus haut.

Il est constaté qu'au-dessous du toit de la première couche, la roche, soit sel, soit salzthon, ne donne pas une goutte d'eau; d'où il faut conclure que la saturation s'opère à la surface de cette couche, ou bien dans le terrain qui la recouvre, et qui déjà, dans ses 15 derniers mètres, commence à renfermer quelques parties de sel. Or, dans la première hypothèse, cette action superficielle ne paraît pas pouvoir produire un grand vide dans le sens vertical, et dans la seconde, les espaces vides abandonnés par le sel sont si petits par rapport aux parties solides qui les séparent, que le terrain privé de ce sel doit offrir une texture spongieuse qui ne

lui enlève pas sa solidité, comme il arriverait si tous ces petits vides étaient réunis en une seule cavité. D'un autre côté, on peut penser, avec M. Voltz qui a développé cette idée dans un de ses rapports, que les couches étant toutes horizontales autour de Dieuze, et les fentes transversales qu'elles peuvent renfermer étant les canaux d'ascension des sources salées si abondantes dans le pays, ce n'est pas par ces fentes que l'eau douce peut arriver sur le sel; conséquemment, que c'est hors du vallon de Dieuze qu'il faut chercher l'origine de ces eaux, qui doivent venir de la contrée sise à l'Est, là où les tranches des couches inférieures des marnes irisées arrivent au jour. La conséquence de cette manière de voir, c'est que l'eau a parcouru un très long chemin avant d'atteindre les puits de la mine, et qu'ainsi elle doit y arriver saturée. Et ce qui vient à l'appui de cette opinion, c'est, 1°. que l'agrandissement du vide dans le puits St.-Etienne se trouve, comme je l'ai fait remarquer plus haut, pris en bien plus grande partie dans la roche désagrégée qui forme le toit du sel que dans le sel lui-même; et 2°. qu'autrement il aurait dû s'opérer de notables bouleversemens dans la vallée de la Seille, depuis le grand nombre de siècles que l'on y exploite des sources salées; tandis que les fouilles faites à Vic et à Dieuze n'ont montré que des couches d'une continuité et d'une intégrité parfaites.

C'est pourtant le cas de mentionner ici ce dont j'ai été informé récemment: savoir, de l'existence de plusieurs trous que l'on dit avoir été formés par l'affaissement spontané du sol. J'en ai vu un entre Dieuze et Basse-Lindre: il a la forme d'un paraboloïde de 50 mètres environ de tour et de

5 mètres de profondeur; il ne contient pas d'eau. J'en ai vu un second près de Juvelize, village situé à 8 kilomètres au sud-ouest de Dieuze. L'orifice de celui-là est une espèce d'ellipse dont les axes ont 11 et 15 mètres de longueur; sa profondeur est de 4^m,50, sur quoi il y a 3 mètres d'eau, et cette eau est tout-à-fait douce. Enfin j'en ai vu un troisième près de Guéblange, village situé à 5 kilomètres au sud de Dieuze; ce dernier, qui a de plus petites dimensions, renferme aussi de l'eau. Le trou de Juvelize est le seul qui soit de formation contemporaine; il date de 1809; mais quelques recherches que j'ai faites, je n'ai rien pu apprendre sur les circonstances de cette formation. On dit seulement que la profondeur était beaucoup plus considérable dans l'origine, et ces sortes de trous portent en effet, dans le pays, le nom de *trous sans fond*.

En résumé, s'il semble résulter des considérations précédemment exposées que le libre écoulement des eaux offre ici peu de chances à redouter, il faut avouer que cela n'est appuyé, tout comme le système inverse, que sur des probabilités. Dans cet état d'incertitude, c'est le cas de faire entrer en ligne de compte les considérations économiques, c'est-à-dire de supputer combien coûte l'épuisement. Or, le calcul fait montre que l'on dépense pour cet objet environ 10,000 francs par an; mais il faut déduire de là la valeur en sel de l'eau saturée que l'on extrait et qui excède 9,000 francs. La différence (1,000 francs au plus) représente donc tout l'avantage qu'il y aurait à contenir les eaux: somme bien peu importante, comme l'on voit, et dont il faudrait encore défalquer les intérêts du capital qu'exigeraient les travaux à

faire pour obtenir ce résultat. La conséquence de cela, c'est que tant que des faits nouveaux ne viendront pas accroître le danger qui est attaché, en général, au libre écoulement, il n'y aura pas lieu à changer de système.

On a extrait de la mine de Dieuze jusqu'à ce jour 1,036,538 quintaux, savoir:

En 1827 (8 derniers mois).	135075 quint.
En 1828.	163395
En 1829.	158063
En 1830.	185151
En 1831.	150022
En 1832.	132492
En 1833.	112340

Total égal. . . 1036538

Résultats
généraux de
l'exploitation.

Produit de
l'extraction.

On voit, par le tableau qui précède, que le produit de l'extraction a toujours été en diminuant à partir de 1831; c'est le résultat de la concurrence occasionée par les fabrications particulières dont j'ai parlé au commencement de cette deuxième partie. Mais ces causes de perturbations venant à cesser, ce produit n'atteindrait pas pour cela le taux auquel il s'est élevé en 1828 et 1829, parce que la conduite qui transmettait les eaux saturées à la saline de Moyenvic, était dès lors exposée, plus ou moins, à être pillée et percée, et que cette cause de perte n'existe plus depuis la suppression de cette saline. C'est surtout à la fin de 1830 que ce pillage a été porté au plus haut degré; et c'est un des motifs qui ont contribué à enfler le chiffre qui représente l'extraction de cette année. En dernière analyse, on peut admettre que l'extraction dans son état normal s'élèverait à 144,000 quintaux par an.

Proportion
du sel blanc.

La quantité du sel propre à être consommé à l'état *gemme*, fournie par la mine jusqu'au 1^{er} janvier 1834, a été de 81,200 quintaux; mais comme cette qualité de sel ne se trouvait pas dans la 9^{me}. couche que l'on a exploitée dans les premières années, il s'ensuit que ce n'est pas au total de l'extraction ci-dessus rapporté qu'il faut comparer cette quantité. Toute réduction faite, la proportion de ce sel se trouve avoir été de 11 pour 100. Mais ce n'est pas là tout ce que la mine peut fournir, et cette proportion pourrait s'élever jusqu'à 17 pour 100, si les demandes du commerce réclamaient une plus forte production. Pour une extraction totale de 144,000 quintaux, cela ferait 24,500 quintaux de sel blanc par an; mais ce terme ne pourrait être dépassé au moins tant que les consommateurs seraient aussi exigeants, je ne dis pas quant à la pureté, mais quant à la blancheur du sel.

Prix de revient
du sel gemme
brut.

Le prix de revient du quintal de sel gemme rendu au bord du puits, calculé d'après les quatre exercices 1830, 1831, 1832 et 1833, pendant lesquels l'extraction moyenne a été de 145,000 quintaux, s'élève à 51 c. 75, répartis ainsi qu'il suit :

Frais de direction et de surveillance.	8 77
Abattage y compris l'entretien des outils.	23 19
Roulage, chargement et déchargement.	5 77
Dépense de la machine à vapeur.	12 12
Entretien des agrès de l'extraction.	1 11
Entretien des pompes.	» 07
Entretien des puits et bâtimens.	» 72

Total égal. 51 75

Dans cette évaluation, on n'a fait entrer, bien entendu, que les dépenses immédiates, et non les frais généraux d'administration ni l'intérêt du capital.

Toutefois, ce prix de revient ne doit pas être considéré comme le mieux final auquel l'exploitation puisse arriver, et je pense, au contraire, qu'il pourra par la suite descendre jusqu'à 45 centimes. Mais, pour ne faire entrer en compte que des améliorations immédiates faciles à obtenir, tels que le changement indiqué pour l'éclairage, et une meilleure distribution du travail souterrain déjà introduite à la fin de l'année dernière, en supposant que l'extraction soit à son taux normal (144,000 quint.), on peut prendre pour ce prix de revient 50 centimes; et c'est, en effet, de ce chiffre que nous partirons dans les calculs que nous aurons à faire par la suite.

Explication de la planche IV.

Fig. 1. Projection verticale destinée à faire voir principalement les puits et les autres ouvrages excavés, et secondairement la constitution du terrain. C'est pourquoi on n'a figuré le terrain que là où il n'empêche pas de voir lesdits ouvrages, lesquels sont exprimés par le blanc du papier. Pour ne pas surcharger la figure, on n'a pas représenté le boisage, si ce n'est en un point particulier. Le défaut d'espace n'a pas permis de représenter les puits dans leur entier, autrement que par deux bandes parallèles qu'il faut supposer placées dans le prolongement l'une de l'autre, suivant les renvois de la figure.

1, puisard.

2, puits Saint-Étienne.

3, puits Sainte-Barbe.

a, galerie du puisard.

b, chambre de secours. — s, serrement qui barre l'entrée de cette chambre.

c, c', chambres qui contiennent les bassins où se réunissent les eaux salées des puits d'extraction et du puisard. — d, galerie qui met ces chambres en communication. — t, t', t'', tuyaux qui amènent les eaux dans les bassins

e, burtiat. — *f*, galerie qui a servi au foncement sous stok.

p, pompe supérieure. — *q*, pompe inférieure.

g, chambre-réservoir où dégorge la pompe inférieure.

i, *i'*, robinets pour l'aspiration de la pompe supérieure ; soit dans le réservoir des eaux douces, soit dans celui des eaux salées.

i'', robinet pour le dégorgeement de l'eau douce au jour.

h, tuyau pour l'élévation de l'eau salée jusqu'au lessivoir.

k, balancier.

mm, cuvelage pour contenir l'eau salée. — *r*, robinet.
T, tuyau ascensionnel qui va dégorger en *g*.

Fig. 2, coupe horizontale au niveau de la galerie *a* de la *fig. 1*.

Fig. 3, plan général de l'exploitation de la onzième couche, sur lequel les vides sont représentés par le blanc du papier. Les ouvrages déjà faits sont indiqués par des traits pleins ; tout le reste l'est par des lignes ponctuées. On a supposé que le premier groupe et une partie du deuxième étaient arrivés au terme final de l'exploitation. Dans les autres, la préparation des massifs est seulement faite.

Fig. 4, coupe suivant la galerie principale *GG'*.

Fig. 5, plan d'un cadre du boisage extérieur.

Fig. 6, coupe verticale de ce boisage.

Fig. 7, élévation d'une longue pièce.

Fig. 8, coupe horizontale de la même pièce.

Fig. 9, élévation d'une pièce courte.

oo, chevilles qui s'opposent à ce que la pièce courte ne soit rejetée dans l'intérieur du puits par la poussée.

Fig. 10, plan d'un cadre du boisage intérieur.

nn, crampons qui maintiennent l'écartement entre les deux boisages.

Fig. 11, élévation d'un pic emmanché.

Fig. 12, projection horizontale de la pointe.

Fig. 13, élévation d'un fleuret et profil du diamant.

(*La suite à la prochaine livraison.*)

Récemment publiés, relatifs aux sciences et aux arts qui se rapportent à l'exploitation des mines.

FRANCE.

JUILLET-AOUT 1834.

MÉMOIRES pour servir à une description géologique de la France, rédigés par ordre de M. le directeur général des ponts et chaussées et des mines, sous la direction de M. Brochant de Villiers; par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont, tome second, in-8°. de 31 feuilles un quart, plus 14 planches. — Paris, chez Levrault.

RECHERCHES SUR LES OSSEMENS FOSSILES, etc.; par G. Cuvier, 4^e. édition, tome III, 1^{re}. et 2^e. parties, in-8°. de 28 feuilles, plus un atlas in-4°. de 28 pl. — Prix: 15 fr.

TABLEAU MONÉTAIRE, métrologique et commercial de tous les pays de l'Europe, in-plano d'une feuille. — Imprimerie de Faye, à Bordeaux.

EXPOSÉ de quelques recherches sur les chaux et les mortiers; par Courtois, in-8°. de 2 feuilles trois quarts. — Paris, chez Carilian-Gœury.

VOYAGE AU CHILI, au Pérou et au Mexique en 1820, 1821 et 1822; par le capitaine Basil-Hall, 2 vol. in-8°, ensemble 47 feuilles avec une carte. — Paris, chez Arthus Bertrand 15 fr.

ESSAI SUR LA PHILOSOPHIE DES SCIENCES, ou Exposition analytique d'une classification naturelle de toutes les connaissances humaines; par André-Marie Ampère, membre de l'Institut, in-8°. de 21 feuilles un quart, plus un tableau. — Paris, chez Bachelier.

LETTRE A M. DE HUMBOLDT, sur l'invention de la boussole;

par M. J. Klaproth, in-8°. de 8 feuilles trois quarts, plus 3 planches. — Paris, chez Dondey-Dupré, rue de Richelieu, 47 bis.

DESCRIPTION de nouvelles montres à seconde, etc., in-4°. de 6 feuilles, plus 4 planches; par Henry Robert. — Paris, chez Carilian-Gœury.

LEÇONS faites sur les chemins de fer, à l'école des ponts et chaussées; par M. Minard, professeur, in-4°. de 11 feuilles avec 8 planches. — Paris, chez Carilian-Gœury.

TRAITÉ PRATIQUE des chemins de fer; par Nich. Wood, traduit de l'anglais, in-4°. de 40 feuilles plus un atlas de 14 planches. — Paris, chez Carilian-Gœury.

CHEMINS VICINAUX; modifications à apporter au projet de loi pour la réparation des chemins vicinaux et communaux, proposées par M. Zégowitz, in-8°. de 1 feuille trois quarts. Imprim. de Dupont, Paris.

VOYAGE AUTOUR DU MONDE, exécuté sur la corvette la Coquille, pendant les années 1822-1825; par L.-L. Duperré, 13°, 14°, 15° et dernière livraison, 3 feuilles in-folio, plus 11 planches. — Paris, chez Arthus Bertrand.

VOYAGE DE DÉCOUVERTES de l'Astrolabe, exécuté sous commandement de M. Dumont-d'Urville, capitaine de vaisseau; tome I^{er}, 2° partie, in-8°. de 19 feuilles et demie.

Publié par le ministère de la marine.

DESCRIPTION DES COQUILLES FOSSILES des environs de Paris; par G.-F. Deshayes, 36° livraison, in-4°. de 4 feuilles, plus 4 planches. — Paris, chez Levrault. Prix de chaque livraison. 5 f.

BULLETIN de la société géologique de France, tome V. Résumé des progrès des sciences géologiques pendant l'année 1833, in-8°. de 32 feuilles; par M. A. Boué. — Paris, lieu des séances de la société, rue du Vieux-Colombier, 26.

RAPPORT

Sur le terrain présumé salifère de Fourtou et Sougraigne (Aude).

Par M. VÈNE, ingénieur des Mines.



Au sommet d'une petite vallée dirigée de l'est à l'ouest, dans le territoire de la commune de Sougraigne, à 7,000 mètres sud-est des bains de Rennes, et à 3,700 mètres nord-est du pic de Bugarrach, se trouve un groupe de sources salées, qui donnent naissance à la rivière de Sals, laquelle, après avoir reçu les eaux de quelques autres petites rivières, va se jeter dans l'Aude auprès de Couiza. Le côté sud de la vallée est très élevé et escarpé; le côté nord s'élève en pente douce jusqu'à une moindre élévation. En dehors de la vallée, le pays présente une suite de monticules, de crêtes et de dépressions, sans liaison les unes avec les autres. On remarque cependant que les cours d'eau suivent généralement la direction de l'est à l'ouest, et que cette direction est aussi celle des crêtes calcaires qui forment les hauteurs; ce pays, qui est recouvert d'une végétation assez vigoureuse, présente néanmoins un aspect sauvage et peu attrayant. On peut suivre sur la *Planche VIII*, dont l'explication est placée à la fin de ce rapport, les détails géographiques qui précèdent et ceux de la description géologiques de la contrée.

Les terrains qui recouvrent les environs de Fourtou et Sougraigne sont rapportés à la for-

Tome VI, 1834.

Nature
physique du
pays.

Nature
géologique.

mation crayeuse. Ils se composent de couches alternatives de grès siliceux renfermant des veines et des rognons de silex, de marnes noires avec couches solides de calcaire argileux coquiller, de marnes sableuses caractérisées par des oursins (spatanges) et des débris de grandes coquilles bivalves; enfin de couches de calcaire diversement nuancé, tantôt pur et compacte, tantôt siliceux, contenant, dans ce dernier cas, une grande quantité de fossiles, dont quelques-uns ont leur têt bien conservé.

Stratification
des roches.

La stratification générale est très distincte; la direction des couches est en général de l'est-sud-est à l'ouest-nord-ouest. Elles plongent vers le sud-sud-ouest de 30 à 40 degrés. Ces couches sont peu épaisses en général, et très distinctes les unes des autres; en sorte que, dans l'étendue de la coupe (*fig. 3*), il y en a une quantité innombrable. Pour les y faire figurer sans confusion, il a fallu les séparer en groupes, et joindre dans le même groupe celles qui présentent des caractères analogues pour la composition ou pour les fossiles. En allant de Sougraigne aux bains de Rennes, on voit la direction des couches changer et s'avancer vers le nord, avec une inclinaison vers l'ouest, c'est-à-dire que le système général de ces terrains s'appuie sur les montagnes de transition des hautes Corbières, et que tout se passe comme si ces terrains avaient été relevés par la formation de ces montagnes.

Accidens
dans la
stratification.

Sur quelques points, cette régularité de stratification se trouve changée: les couches n'ont plus ni même direction ni même inclinaison; elles sont contournées, bouleversées, brisées. Cet effet s'observe très en petit dans le voisinage de la

source, à 100 mètres environ de distance vers le nord-est. Les couches de calcaire marneux sont blanchâtres, très dures, très contournées et entremêlées de feuilles minces de schiste satiné noir. Il est à remarquer que l'apparition de ces marnes blanchâtres et dures annonce ordinairement le voisinage de dépôts gypseux; c'est ce que l'on peut voir aux environs de Tuchan, Durban, et dans plusieurs autres localités.

Les hauteurs, les crêtes et les rochers isolés et escarpés sont formés en général de calcaire compacte ou de grès. Le fond des vallons et des dépressions est occupé par les marnes qui se décomposent et sont entraînées plus facilement par les eaux; les plateaux, par le grès quartzeux jaunâtre.

Roches.

Depuis un temps immémorial les environs de Sougraigne et des bains de Rennes ont été fouillés pour la recherche des dépôts de lignite-jayet. Ces exploitations furent successivement abandonnées, parce que la consommation du jayet façonné diminua beaucoup, et que le peu de matière que l'on extrayait devint trop coûteuse, et ne put soutenir la concurrence avec celle que l'on retirait des mines de l'Aragon. Les exploitations de Sougraigne paraissent avoir été ouvertes dans les couches de grès siliceux jaunâtre supérieures aux calcaires de la vallée des sources salées. En suivant le chemin de Sougraigne aux bains, on traverse ce groupe calcaire devenu beaucoup plus étroit, et l'on rencontre aux environs de Sougraigne les argiles sableuses à oursins, qui sont supérieures à ces calcaires. Aux environs de Fourtou, au contraire, les fouilles, qui ont été faites autrefois pour la recherche du jayet, étaient ouvertes dans

Trois
gisemens de
jayet.

les grès siliceux inférieurs aux calcaires de la vallée des sources salées. Enfin dans cette vallée, sur le penchant qui la borne au sud, il existait aussi anciennement des exploitations de jayet ouvertes dans des couches minces de grès marneux noir coquiller, différent par conséquent des grès où se trouvaient les mines de Sougraigne et de Fourtou. C'est sur les mêmes couches qu'ont été établis les travaux entrepris dans ces derniers temps.

Il résulterait de là que les gisemens de jayet se trouvent dans trois systèmes différens de couches de grès; mais on observe qu'en se prolongeant suivant la direction, ils ne conservent pas partout la même largeur, que quelquefois ils disparaissent même entièrement ou se changent les uns dans les autres; c'est ainsi qu'aux environs de Sougraigne les couches supérieures de grès sont extrêmement développées, et que l'on ne voit plus ni les calcaires marneux inférieurs, ni les marnes noires mêlées de gypse; tandis qu'à Fourtou, les couches calcaires ont également disparu, et que le grès inférieur paraît s'être développé aux dépens des couches supérieures, et en particulier des marnes noires.

Ce n'est donc que dans la localité qui nous occupe, que les couches de calcaire siliceux, de calcaire marneux noir coquiller, et de marnes noires mêlées de gypse et de couches de jayet, se sont développées entre les deux systèmes de grès à lignites. L'association de ces marnes mélangées de gypse avec un dépôt probable de gypse et l'existence d'une source salée sont des faits remarquables qui semblent annoncer un dépôt de sel gemme; surtout si on observe l'analogie de ce terrain avec celui de Saliès (Basses-Pyrénées),

dans lequel cette substance a été mise dernièrement à découvert.

Les travaux faits anciennement sur les deux couches de grès marneux noir à lignites (au sud de la source salée), ont produit une assez grande quantité de jayet.

Travaux
pour
l'exploitation
du jayet

Il y a cinq ou six ans, on creusa une galerie dans la couche inférieure de grès marneux à lignites, pour la recherche d'un charbon propre à être employé dans les fours à chauffer le fer. On alla jusqu'à 20 ou 30 mètres, et, comme les petites veines que l'on trouvait n'augmentaient pas de puissance, on abandonna ce travail. Plus tard, en 1828, on fit de nouveaux travaux de recherche dans le double but de trouver des couches de charbon exploitables et du sel gemme; mais ces travaux, qui ne furent poussés qu'à une faible profondeur, furent abandonnés dans le cours de l'année 1830.

Il y a dans ce moment cinq sources d'eau sa- Sources salées
lée (*fig. 2*), resserrées dans un espace de 5 à 6 mètres: leurs eaux en se réunissant forment la petite rivière de *Sals*. Quoique si rapprochées, leur salure n'est pas tout-à-fait la même: les deux premières, à peu près également salées (1 et 2), marquent 6° environ à l'aréomètre dit *pèse-sel*; les deux autres (3 et 4) marquent l'une et l'autre 5° et demi; la cinquième (5) ne marque que 5° au plus.

La quantité d'eau fournie par chacune d'elles, mesurée approximativement, a été trouvée, au mois de mars 1833:

Pour la 1 ^e ., environ	86,400 lit. d'eau en 24 heures.
Pour la 2 ^e .	43,200
Pour la 3 ^e . et 4 ^e . réunies.	648,000
Pour la 5 ^e .	21,600

Total. . 799,200 lit. d'eau en 24 heures:

Ainsi les cinq sources produisent environ 800 mètres cubes d'eau salée en vingt-quatre heures.

Cette énorme quantité d'eau ne varie pas beaucoup avec les saisons, car j'ai visité cette source au mois d'octobre 1832, c'est-à-dire à la fin d'une très longue sécheresse, et le volume total de l'eau n'était guères moins considérable qu'au mois de mars 1833, à la suite des pluies presque continues des mois de décembre, janvier, février et mars. J'ai remarqué aussi que la salure était la même aux deux époques.

Variation
dans le régime
des sources

Il y a cependant des variations, mais fort étranges, dans le volume de chaque source, dans l'apparence de l'eau et dans sa salure; quelquefois, sans que l'on remarque aucun changement dans l'atmosphère, le volume d'eau croît subitement, et il arrive presque toujours qu'elle est en même temps plus salée; on a observé souvent aussi que dans ce cas l'eau est trouble et mélangée d'une terre rouge; au contraire, lorsque les sources fournissent un moindre volume d'eau, on a cru remarquer qu'elle est en général moins trouble et moins salée; ces renseignemens m'ont été donnés par une personne qui se tient sur le lieu même et qui fabrique journellement du sel avec cette eau. Je tiens en outre, d'une personne digne de confiance, que pendant long-temps cette source n'avait fourni qu'une eau très peu salée et dont on ne tirait aucun parti; qu'il y a quarante ans environ elle se chargea tout à coup de matières salines au point à peu près où elle se trouve aujourd'hui; mais que depuis cette époque elle ne laisse pas de varier encore presque journellement.

Ces faits portent à penser que la salure des eaux

provient de la dissolution de dépôts salins existant dans l'intérieur de la montagne; que ce sel se trouve en rognons ou en couches dans de l'argile rouge, et que lorsque les eaux des sources croissent par une cause quelconque elles détachent, en se précipitant, des fragmens de sel et de terre, et se chargent de ces deux substances; qu'au contraire, lorsqu'elles diminuent ou restent stationnaires, elles ne dissolvent que le sel des parois des conduits où elles passent et n'entraînent presque pas d'argile avec elles.

Probabilité
de l'existence.
du sel gemme.

Il est une autre observation qui tend à faire supposer l'existence d'amas assez considérables de sel gemme dans l'intérieur de la montagne, au sud de la vallée des sources. Au delà de l'escarpement de grès calcaire qui forme la crête, se trouve un plateau dont la pente est peu sensible, le sol est formé par le grès siliceux jaunâtre: on remarque que sur plusieurs points le sol s'est crevassé, et qu'il s'est formé des fentes, qui ont quelquefois 2 ou 3 mètres de largeur, 10 à 12 mètres de longueur et autant de profondeur, comme si dans l'intérieur de la montagne il se fût formé des vides (par la dissolution des masses de sel gemme), et que les masses de roches supérieures, manquant de point d'appui, se fussent alors affaissées et fendues. Ces crevasses sont désignées sur le plan *fig. 1* et la coupe *fig. 4* par les lettres *c, c, c*.

Enfin un homme de Bugarach, qui me suivit pour m'indiquer la position des anciens travaux d'exploitation du jayet, me rapporta que son père était un des mineurs occupés à cette exploitation, et que ceux-ci, en creusant une excavation au fond de la plus longue galerie dont j'ai parlé plus haut, avaient rencontré une masse de sel gemme; ce sel était

Bugarach.

cristallin, dur, de couleur grise, et avait un goût d'amertume. Les ouvriers s'en servirent pendant quelque temps, à l'insu des employés de la ferme du sel; mais ceux-ci en ayant été informés, firent fermer à pierre et à chaux la galerie d'extraction, et placèrent un poste de douaniers auprès de la source salée. Ces détails circonstanciés, m'ont paru si vraisemblables, que je suis très porté à croire à la réalité de cette découverte.

Il résulte de ce qui précède une grande probabilité de l'existence d'amas plus ou moins considérables de sel gemme dans l'intérieur des montagnes qui entourent les sources salées, et particulièrement dans celle qui est située au sud-est de ces sources. Ces indices sont suffisans pour motiver des travaux de recherche: parmi ceux qui me paraissent devoir amener la découverte du sel gemme, je signalerai les suivans:

1°. Une galerie commencée dans la couche supérieure du grès noir marneux à lignites, et dirigée vers le sud-est. Elle devrait avoir au moins 100 mètres de long et coûterait 1,000 fr. environ.

2°. Une galerie horizontale commencée au niveau des sources et dirigée vers le sud-est. A raison de sa longueur probable et du boisage, il faudrait compter sur une dépense de 3,000 à 4,000 francs.

3°. Un ou plusieurs trous de sonde, soit au-dessus, soit auprès des sources. On n'aurait besoin que d'une profondeur de 50 mètres à chaque trou, et la dépense serait de 15 à 20 fr. par mètre.

4°. Un ou plusieurs trous de sonde percés au-dessus du plateau qui couronne au sud la vallée des sources, au sud-est et à 300 mètres environ de celles-ci. Les trous auraient 40 mètres de profondeur ou plus de 70 suivant qu'on trouverait le sel

Travaux
de recherche
à exécuter.

dans l'intérieur de la masse de roches ou au-dessous; chacun coûterait, dans le premier cas, de 600 à 700 fr., et au moins 1,500 fr. dans le second.

5°. Enfin un trou de sonde à 100 mètres environ est-nord-est des sources: il n'aurait guères que 50 mètres de profondeur, et coûterait environ 900 fr.

Je pense que les travaux désignés par les n^{os}. 4°. et 5°. présenteraient plus de chances de succès que les autres.

Quant à la recherche de nouvelles sources salées, on y procéderait par des sondages aux alentours des sources anciennes, ou bien par des galeries percées sur le versant méridional de la vallée, sur des points où l'on remarque, à la suite de longues pluies, des suintemens d'eau salée. Mais il est bien à craindre que ces sources ne fussent une dépendance des sources principales, et qu'elles n'accusassent pas une plus grande contenance en matières salines. La dépense se calculerait sur la même base que pour les travaux relatifs à la découverte du sel gemme.

Mais ce n'est pas seulement par des recherches dans l'intérieur des montagnes que l'on peut tirer parti du sel qui y est contenu, c'est encore en mettant à profit les sources qui en proviennent.

D'après ce qui a été dit plus haut, on voit que la quantité d'eau fournie par les sources est très considérable, mais qu'elle est peu chargée de sel. Il faudrait donc, comme on le fait en d'autres lieux dans les mêmes circonstances, concentrer les eaux au moyen de bâtimens de graduation, puis les évaporer par le feu. Malheureusement ce procédé n'est guères applicable dans cette contrée, où la saison chaude est assez courte et le bois rare et cher.

Mode
d'exploitation
des sources.

Il faut par conséquent chercher ou à produire de nouvelles sources plus chargées de sel, soit par des sondages, soit par des galeries, ou bien à isoler, dans les sources existantes, les parties qui seraient à un degré plus élevé. Il est bien possible, en effet, que la grande quantité d'eau qui sort n'ait pas passé en entier sur les dépôts du sel gemme, mais qu'elle provienne de sources d'eau douce ou très peu salée qui, ayant rencontré dans leur cours des sources très chargées de sel mais bien moins abondantes, se soient mélangées avec elles et aient produit ainsi un mélange à un faible degré. S'il en était ainsi, il serait très important de pouvoir séparer les sources riches des autres et de pouvoir les évaporer directement. Cet isolement pourrait se faire au moyen d'une galerie qui suivrait la source principale dans ses divers contournemens : on observerait les affluens qu'elle reçoit, et on arriverait peut-être ainsi au dépôt de sel gemme. Mais il faut avouer que ce travail serait probablement pénible et coûteux.

Peut-être la faible salure des eaux tient-elle à la grande vitesse qu'elles ont en passant sur les dépôts salins, ce qui ne leur permet pas de s'en imprégner suffisamment; on peut le penser du moins, en voyant l'abondance et la rapidité de ces eaux quand elles arrivent à la surface. Il pourrait être utile alors de commencer toutes les recherches par le travail suivant : on ferait éprouver aux eaux une certaine pression, en les forçant à monter dans un réservoir, ou bien même on boucherait complètement les orifices de sortie de l'eau. Alors ces eaux seraient refoulées dans leurs conduits, agiraient avec plus de force sur les matières salines, se chargeraient davantage, et sortiraient

à un degré plus élevé, soit par les anciens orifices, soit par des orifices nouveaux qui se formeraient.

Quand on considère l'abondance de ces sources et leur position, on s'étonne que l'on n'ait jamais essayé d'en tirer parti; les travaux que l'on ferait à ce sujet pourraient à la vérité être sans résultat; mais leur réussite serait l'origine d'une industrie si lucrative pour les entrepreneurs et si avantageuse pour le pays, que cette circonstance doit bien contrebalancer les chances de non succès.

Les recherches que l'on ferait pour cet objet me paraissent donner plus d'espérances de succès, et le succès une conséquence plus avantageuse que celles qui regardent le sel gemme. Ce dernier, en effet, ne serait pas probablement assez pur et devrait être redissout; mais la réunion des deux exploitations serait très avantageuse : le sel en roche servirait à saturer les eaux dans le cas où l'on n'aurait pas trouvé une source dont l'eau fût à un degré assez élevé pour être évaporée immédiatement dans les chaudières.

Le sel aurait probablement la même qualité que celui qui est extrait des sources de Saliès (Basses - Pyrénées). Ce dernier est employé à faire des salaisons renommées. Pour cet usage, il possède des qualités qui le font préférer au sel extrait des eaux de la mer, comme cela a lieu pour le sel des sources de Bex en Suisse, de Northwich en Angleterre, etc. : ce serait encore une industrie qui pourrait s'établir dans cette partie de la France. Les sels impurs pourraient se livrer à bas prix pour la consommation des bestiaux.

Qualité
et usages du
sel.

EXPLICATION DE LA PLANCHE VIII (1^{re} partie.)

Fig. 1. Carte géologique des environs des sources salées dites de *Sougraigne*. Une ligne ponctuée sépare le terrain de transition sur lequel sont situées les communes de Terroles, Valnigère, Bouisse, Albières, la Mouline, etc, du terrain de craie et de grès vert qui recouvre le reste de la contrée. La légende jointe à cette carte fait connaître la position des divers travaux exécutés à diverses époques aux environs des sources salées.

Fig. 2. Position relative des diverses sources salées qui forment l'origine de la rivière de Sals.

- 1 et 2, sources salées à 6°
 3 et 4. 5° $\frac{1}{2}$
 5. 5°

Fig. 3. Coupe géologique des terrains compris entre le pic de Bugarach et la montagne située au nord d'Arques.

1. Calcaire compacte, gris, sans coquilles.
2. Marnes noires avec couches de grès effervescent.
3. Marnes noires sableuses, très coquillères; oursins, peignes, plagiostomes, etc.
4. Calcaire dur séparé en fragmens carrés à la surface, très coquiller; huîtres, turritelles, olives, cérites, etc.
5. Différentes couches de grès quartzeux rouge et blanc, à grain fin, sans coquilles.
6. Le même grès avec une immense quantité de fossiles; huîtres, radiolites, hyppurites, polypiers, coraux, etc.
7. Calcaire tuberculeux coquiller; mêmes coquilles que dans le grès.
8. Grès à grain fin; quelques couches à polypiers et autres fossiles mal déterminés.
9. Calcaire bleu siliceux, ferrugineux et bitumineux; débris de coquilles.
10. Calcaire noirâtre; grès siliceux et marnes; nummulites et polypiers lenticulaires; veines de jayet.
11. Calcaire rougeâtre compacte, partie sans coquilles, partie avec débris d'huîtres et autres fossiles.
12. Marnes noires avec rognons et veines de gypse fibreux; veines de jayet.

13. Marnes blanchâtres, minces et dures, contournées et mêlées de schiste satiné noir.
14. Grès effervescent non coquiller.
15. Calcaire gris-bleu peu coquiller.
16. Grès bleu effervescent; débris de coquilles.
17. Calcaire jaunâtre très siliceux; débris de coquilles.
18. Couches de grès de diverses natures, non coquiller.
19. Couches de calcaire à hyppurites, polypiers et autres fossiles.
20. Grès rouge, non coquiller.
21. Calcaire à hyppurites, etc.
22. Schiste argileux de transition, mélangé de couches minces de grès.
23. Calcaire à hyppurites et autres fossiles.
24. Grès peu effervescent, non coquiller.
25. Poudingue calcaire, à ciment calcaire.
26. Grès effervescent, non coquiller.
27. Couches diverses de grès, de marnes et de poudingues.
28. Calcaire et schiste de transition.

Fig. 4. Coupe géologique des terrains situés au sud des sources salées, et projection du plateau situé au sud-est de ces sources.

1. Couches de grès marneux et de marnes, coquillères, avec veines et rognons de jayet; travaux anciens dans la couche supérieure; travaux anciens et modernes dans l'inférieure.
2. Vue du plateau au sud-est de la source; *c, c, c*, crevasses formées à la surface du sol.
3. Marnes noires avec rognons de gypse fibreux blanc et rouge.
4. Marnes blanchâtres et dures annonçant ordinairement le voisinage de dépôts gypseux.

NOTICE*Sur les mines de bitume et sur la fabrique de ciment asphaltique de Pyrimont (Ain).*

Par M. PUVIS, ingénieur en chef des mines.

Parmi les inventions plus ou moins importantes Introduction.
que l'industrie, sans cesse en activité, met chaque jour en avant pour le perfectionnement des arts et l'accroissement de notre bien-être, il n'en est qu'un petit nombre qui survivent à un examen approfondi et au jugement sévère de l'expérience et de la pratique; et encore, dans celles que l'expérience consacre, et que la pratique finit par adopter, en est-il beaucoup qu'elles repoussent long-temps, et qu'on est forcé de retourner en cent façons diverses avant d'atteindre la forme sous laquelle elles deviennent susceptibles d'application.

Ainsi, lorsque la mine d'asphalte de Pyrimont, plus connue, il y a 25 ans, sous le nom de mine du Parc ou de Surjoux, près de Seyssel, fut découverte et mise en exploitation, on prétendit en appliquer les divers produits à une foule d'usages intéressans, et elle devint pendant quelque temps l'objet d'un véritable engouement; mais, comme cela arrive toujours aux entreprises exploitées par le charlatanisme, cet engouement dura peu, et bientôt les produits de cette mine furent en butte à un mépris exagéré; c'est par cette raison que jusqu'à présent elle n'a point eu de chances heureuses, et que tous ceux qui l'ont successivement exploitée y ont fait assez mal leurs affaires;

pendant, depuis quelques années, à force d'essais et de tâtonnemens pour améliorer les procédés d'application du mastic, on est arrivé, à l'aide de perfectionnemens successifs qui au premier coup d'œil semblent de peu d'importance, à en assurer complètement la réussite, de manière à le rendre désormais un élément fort important dans les constructions. Il est à croire que la dernière société eût réussi dans son exploitation si une administration trop dispendieuse, et des vices dans son organisation, n'eussent nécessairement entraîné sa ruine.

Aujourd'hui, après ces chances fâcheuses, on reprend l'exploitation sous de plus heureux auspices; elle s'opère pour le compte du concessionnaire lui-même, M. de Sassenay, qui s'est établi sur les lieux, et la fabrication est devenue tout-à-fait spéciale, bornée à un seul produit, le mastic asphaltique: il y a ainsi unité de produit, unité d'intérêt, ce qui offre le grand avantage de simplifier et les travaux et l'administration; d'ailleurs, on est sur la voie de perfectionnemens qui doivent en même temps améliorer encore la qualité des produits, faciliter la fabrication et la rendre plus économique; les fonds nécessaires pour parvenir à ces résultats ne paraissent pas devoir manquer, et enfin, quoique les mesures soient prises pour accroître la production, elle se trouvera probablement au-dessous de l'étendue des débouchés.

Les élémens dumastic de Pymont sont: 1°. *la graisse* ou bitume; 2°. *l'asphalte* ou calcaire bitumineux réduit en poudre.

Éléments de
mastic.

1°. *La graisse* est le bitume noir liquide qu'on extrait par lixiviation d'un grès bitumineux qu'on nomme le minerai, et qui appartient à la

formation tertiaire des molasses et des nagelfluhe. Ce terrain emplit de ses couches à peu près horizontales le bassin du Rhône, sur une partie considérable de son cours, jusqu'à deux et trois cents mètres au-dessus du fleuve, se rattache au terrain de même nature de la Suisse, et se développe principalement sur le territoire de Savoie, où l'on exploite les molasses et les gypses. Le grès bitumineux se montre en un grand nombre de points des deux rives du Rhône, France et Savoie, jusqu'à Genève, mais principalement dans les environs du Parc, où est établie l'exploitation; le bitume y est ordinairement répandu par places, et très irrégulièrement, suivant que la contexture plus ou moins lâche de la roche a plus ou moins facilité l'imbibition du liquide bitumineux. Tout indique que le bitume, quelle qu'en puisse d'ailleurs être la source, n'a pénétré les grès que postérieurement à leur dépôt, ce qui fait qu'il n'a pu atteindre que les parties dont l'accès n'était point interdit, ou par une compacité trop grande de la roche, ou par l'interposition de masses imperméables d'argiles ou de marne.

L'exploitation s'opère actuellement sur un banc de grès puissant qui présente son affleurement presque au niveau du Rhône; elle a lieu au moyen d'une vaste galerie et de quelques embranchemens qu'on pratique à la poudre dans la roche bitumineuse, dont on suit pas à pas la marche souvent irrégulière et capricieuse.

Ces galeries, dans lesquelles les tombereaux pénètrent pour aller charger le minerai, ne s'étendent guères qu'à 90 mètres du jour. Les idées que nous avons émises sur le mode de gisement doivent porter à conclure que le gîte doit aller

Exploitation
du grès.

en s'appauvrissant à mesure que l'on s'éloigne de la surface, et l'on s'est déjà en effet aperçu d'une diminution dans la richesse et dans l'étendue de la masse imprégnée de bitume.

Richesse
du grès.

La proportion de bitume qu'on peut extraire du grès n'excède guères trois pour cent : je crois qu'au delà de cette teneur la pierre laisserait couler le bitume.

Les gîtes qui offrent cette richesse sont rares, plusieurs étant déjà épuisés; aussi traite-t-on du minerai qui ne produit que 2 et demi et même 2 p. 100. C'est la partie de l'exploitation la plus coûteuse, vu la main-d'œuvre considérable qu'elle exige et le haut prix du combustible, ce qui fait revenir le bitume à 80 fr. au moins les cent kilogrammes. Aussi a-t-on songé déjà à s'en procurer dans d'autres exploitations. Les mines de Lobsann et autres de l'Alsace, qui, d'après la description qu'en a donnée M. Voltz, offrent, sous plusieurs rapports, une parfaite identité avec celle de Pyrimont, pourraient, au besoin, venir au secours de l'établissement. Toutefois la mine de Parleret, qu'on exploite actuellement, paraît présenter encore de grandes ressources, et si l'on veut se décider à s'éloigner un peu du rivage et à se porter sur la montagne, en faisant quelques sacrifices pour créer des moyens d'abord, on ne manquera pas de gîtes avantageux à exploiter : on a donc tout lieu de croire que les ressources du pays doivent suffire encore pour longues années à la fabrication.

Calcaire
asphaltique.

2°. *L'asphalte*, est un calcaire bitumineux de couleur brune qu'on exploite au-dessus de l'établissement de Pyrimont, où il présente une masse très épaisse, sans stratification apparente, dans

laquelle l'extraction s'opère à ciel ouvert et à la poudre, sur un front de 3 à 4 mètres de hauteur.

Ce gîte est beaucoup plus restreint que le précédent, car il ne se montre que dans l'espace compris entre le ruisseau du Parc et celui de Pyrimont; mais en raison de sa grande puissance, il offre à la fabrication des ressources en quelque sorte indéfinies; il est également le résultat de la pénétration du bitume dans un calcaire blanc, tendre et poreux, qui me semble appartenir à la partie supérieure de la formation jurassique, et qui s'étend, comme on le pense bien, beaucoup au delà des limites que nous avons assignées à la partie bituminifère.

Le calcaire a retenu dans ses pores une proportion de bitume beaucoup plus considérable que le grès, la partie en exploitation en contient, d'après mon essai, environ 10 p. 100.

Richesse
du calcaire.

Cette roche, que la simple chaleur du soleil suffit pour ramollir un peu, se brise très difficilement; c'est par cette raison qu'on la torréfiait autrefois dans des cylindres en fonte pour en faciliter la réduction en poudre; mais on a reconnu que cette torréfaction ôtait du corps au mastic, et il paraît en effet évident qu'elle n'amenait la roche asphaltique à une plus grande consistance que par la destruction du principe bitumineux qu'on se propose d'y incorporer plus tard, et qu'il est dès lors si important d'y retenir, attendu son haut prix. On s'est décidé depuis peu à la supprimer et à passer immédiatement le calcaire au moulin après l'avoir concassé en petits fragments: il est vrai que cela rend la mouture très lente, aussi se propose-t-on de modifier le système actuellement en usage.

Mouture
de l'asphalte.

On a reconnu qu'on pouvait, avec grand avantage, lui substituer le moulin à tabac : quoique les épreuves n'aient encore été faites qu'à bras d'hommes, les résultats qu'on a obtenus promettent de conclure qu'avec une force de trois chevaux on mettrait en mouvement six moulins de cette espèce, qui suffiraient bien pour une fabrication de six mille quintaux métriques qu'on ne pense pas devoir jamais dépasser ou même atteindre ; il faudrait en outre, pour réduire la roche en petits fragmens, un concasseur exigeant la force d'un cheval, en sorte que l'établissement pourrait très bien marcher avec un moteur développant la force de quatre chevaux.

Les moulins sont mus actuellement par deux roues à aubes mal construites qu'il serait dans tous les cas nécessaire de remplacer. Les grandes variations que les crues amènent dans le niveau des eaux du Rhône exigeraient que les roues motrices fussent portées par deux flotteurs, afin qu'elles pussent s'élever et s'abaisser comme les eaux du fleuve. Mais cette disposition entraîne un assez grand embarras pour la transmission du mouvement aux usines qui restent à un niveau constant : aussi, comme il est question de changer le système de ces usines, me semblerait-il convenable de placer les nouveaux artifices sur les flotteurs mêmes, à la manière des moulins établis sur le cours des grandes rivières.

Dans tous les cas, il est une circonstance qu'on ne devra jamais perdre de vue ; c'est que la température influe considérablement sur la difficulté de la trituration de la roche asphaltique, et que dès lors on aura un très grand avantage à s'occuper spécialement de cette préparation en hiver, et à

conserver autant que possible en été la roche extraite, et les artifices eux-mêmes, à l'abri de la chaleur.

Dans l'état actuel des choses, on estime que le sable asphaltique revient à 25 centimes la seille de 16 kilogammes ce qui porte le prix des 100 kilog. à moins de 1 franc 60 c. On voit, par ce bas prix, qu'il serait bien inutile de se mettre en dépense considérable pour la construction de nouvelles usines, si ce n'était l'insuffisance des moyens actuels de fabrication, et si l'on n'était forcé de chercher à les doubler.

C'est du mélange de ces deux élémens, la *graisse* et le *sable asphaltique*, dans la proportion de un du premier et neuf du second, et de leur incorporation réciproque dans des chaudières à l'aide de la chaleur, que résulte le mastic asphaltique qui se coule en gros pains ou plaques de 40 à 50 kilog., et est livré en cet état à la consommation au prix de 17 fr. 50 c. les 100 kil. Le prix de revient est, à ce qu'il paraît, de 14 fr. les 100 kil.

On peut économiser, dans quelques localités, le mastic en lui alliant d'autres substances, comme la craie et le bitume que fournit la houille ; mais l'application n'en est jamais aussi heureuse à beaucoup près.

L'un des plus grands perfectionnemens qu'on ait apporté dans l'application du mastic, consiste à semer à sa surface de petits graviers d'une grosseur moyenne, variant depuis la dimension d'une lentille jusqu'à celle d'un haricot : cette application soustrait en partie la surface du mastic à l'influence des agens extérieurs qui tendent à l'altérer à la longue, et elle en relie les molécules, comme dans les mortiers le sable fait pour la

Composition
du mastic.

Perfectionnement dans
l'emploi du
mastic.

chaux, de manière à empêcher les gerçures auxquelles l'exposent les alternatives de chaud et de froid.

On a reconnu également qu'on pouvait très utilement incorporer un dixième, un huitième et jusqu'à un cinquième de gravier dans une masse de mastic destiné à faire le pavé des corridors et lieux très passagers; on en obtient une mosaïque qui a de l'analogie avec les mosaïques italiennes, mais qui a sur elles une grande supériorité sous le rapport de la salubrité; c'est en effet un plancher toujours sec et chaud.

Un des grands obstacles que présentait jadis l'application du mastic, consistait dans le bouillonnement qui l'accompagnait presque toujours, quelque soin qu'on eût de sécher préalablement les surfaces sur lesquelles on devait le répandre: ce bouillonnement boursoufflait la croûte, lui ôtait son homogénéité et la disposait aux gerçures. On l'évite maintenant par un procédé très simple qui consiste à recouvrir les surfaces d'une toile grossière; il paraît que l'air ou l'humidité en vapeur d'où provenait le bouillonnement s'échappent alors en suivant les fils de la toile. Cette dernière a, d'ailleurs, le grand avantage de relier la masse de mastic et d'en faire une seule pièce qui, en hiver, au lieu de se gercer et de se fendre par les retraits dus au froid, se contracte et se resserre sur elle-même aux dépens des bords, en raison de la facilité que lui donne la toile de glisser sur la surface qu'elle recouvre.

Le sable produit à peu près le même effet que la toile, mais les deux moyens réunis donnent encore un meilleur résultat.

Le propriétaire de l'établissement regrette beau-

coup de ne pouvoir, en raison de l'insuffisance actuelle de ses moulins et artifices, porter sa fabrication plus haut; les débouchés ne lui manqueraient pas, même avec une production de 4 ou 5,000 quintaux métriques, c'est-à-dire double de la production actuelle. Les perfectionnements apportés dans l'emploi du mastic paraissent en effet devoir en répandre de plus en plus l'usage; il est certain qu'on ne saurait voir les trottoirs du pont Morand à Lyon sans être charmé de la manière dont il s'y comporte, et dont il résiste à une immense circulation et à toutes les intempéries; on le voit aussi employé avec beaucoup d'art et sous un grand nombre de formes dans la belle habitation que vient de se construire à Pyrimont M. de Sassenay. On ne l'a pas, à beaucoup près, appliqué aussi bien dans les terrasses de quelques maisons anciennement contruites à Lyon. On a négligé, à ce qu'il m'a paru, le semis de petits graviers à la surface, l'une des circonstances les plus essentielles à la réussite.

Des commandes considérables ont été données pour les forts de Vincennes et autres, où l'on emploie le mastic pour recouvrir les casemates, et dans l'intérieur de ces ouvrages pour recouvrir le sol et faire le pavé des magasins et des corridors. Il est à croire qu'on va l'employer à Genève aux mêmes usages; les mortiers, quelque soin qu'on mette dans leur fabrication, ne pouvant à beaucoup près procurer un isolement aussi complet de l'humidité.

Je dois à l'obligeance de M. Chalon, directeur de l'établissement, la connaissance d'une partie des détails que contient cette notice.

NOTE

Sur une nouvelle méthode employée à Freyberg (Saxe), pour réduire les litharges.

Par M. HARLÉ, aspirant-ingénieur des Mines.

Cette méthode consiste à faire couler la litharge sortant du fourneau de coupellation, dans un petit fourneau rempli de charbons et dont la combustion est alimentée par un tirage naturel. Le plomb réduit se rend dans un bassin de réception, où on le puise pour le verser dans des moules.

Dans la fonderie d'argent de *Barnaul*, district de Kolywan, en Sibérie, où ce procédé paraît avoir été employé pour la première fois (*Arch. métall. de Karsten, t. V, 2^e cahier, 1832*), le fourneau de réduction consiste en une caisse de fonte haute de trois pieds, large de seize pouces, et longue de trente pouces en haut et de vingt en bas. L'ouverture qui sert à l'écoulement du plomb a quatre pouces de large sur six de haut. Il y a en outre dans la paroi antérieure trois trous de tirage de deux pouces de diamètre. Le procédé s'est montré très avantageux sous le double rapport de la perte en plomb et de la consommation de combustible.

On a fait à Freyberg, au commencement de l'année 1833, plusieurs essais de ce procédé; il s'est montré tellement avantageux qu'on l'a entièrement adopté.

Au lieu de se servir d'une caisse en fonte, on construit en briques le petit fourneau, et on l'a-dossa au fourneau de coupellation qui lui servit de

paroi postérieure. Jusqu'à une hauteur de deux pieds, les murs furent construits solidement; plus haut les briques furent simplement posées les unes sur les autres. Le fond et les parois solides furent garnis d'une couche de brasque formant une sole inclinée vers un œil destiné à laisser couler le plomb dans un avant-foyer également en brasque.

L'opération est conduite de la manière suivante : on couvre le fourneau d'une plaque de fer garnie de marnes pendant la coulée des abzugs et des abstrichs, afin de les amener en avant. Lorsque les litharges sont pures, on les laisse couler sur les charbons où elles se réduisent immédiatement. La coupellation n'est ni gênée ni arrêtée. Le seul soin qu'on ait à prendre est de faire tomber la litharge au milieu du charbon : on y parvient facilement en faisant légèrement creuser le mur du fourneau de coupelle.

Pour réduire 57 quintaux (1) de plomb, on consomma dans un essai 9 korb. ou 126 pieds cubes de charbon, valant 6 th. 3 gr.

La main-d'œuvre fut de 15

Total des frais. 6 18

Frais par quintal 2 gr. 10 pf.

(1) Le quintal = 49^k,758.

Le pied = 0^m,2822.

Le pied cube = 0^{stère},0224.

Le thaler = 24 gros = 3 fr. 71.

Le gros = 12 pfennings = 0 fr. 1546. R.

Dans l'Allemagne centrale et, et par exemple en Saxe, le thaler ne se divise pas comme dans les contrées du Rhin, en 36 parties, mais bien en 24 parties dites *bons gros*, Les chiffres donnés dans cette note, se rapportent à cette dernière division du thaler.

La réduction ayant duré 20 heures, on voit qu'un quintal se réduit en 21 minutes. La consommation en charbon est de 2 pieds cubes par quintal.

Dans la réduction ordinaire au fourneau à manche qui comprend une liquation du plomb, on consomme pour une réduction de 434 quintaux, 108 korb. de charbon de bois, ou 1512 pieds cubes, coûtant 73 th. 12 gr.
 $\frac{1}{3}$ de toise cube de bois pour la } 2 18
 liquation }
 Main-d'œuvre 14 15

Total 90 21

Frais par quintal 5 gr. 0,3 pf.

On brûle par quintal 3 $\frac{1}{2}$ pieds cubes de charbon, et il faut 20 minutes pour passer un quintal.

On voit par ces résultats qu'avec la nouvelle méthode on peut réduire les frais de réduction à près de moitié.

INSTRUCTION

Sur la manière d'employer le plâtre comme amendement, dans la culture des prairies artificielles et sur les avantages que l'on peut en tirer.

Par M. THIBAUD, ingénieur des Mines.

L'emploi du plâtre dans la culture des prairies artificielles était à peine connu en France il y a 40 ans, pendant que la Suisse, l'Allemagne, l'Angleterre et les États-Unis d'Amérique en tiraient déjà un grand parti. Introduction.

Depuis lors, et de proche en proche, l'emploi de cette substance minérale, comme amendement, s'est étendu et généralisé dans presque toute la France, et partout où elle a été répandue à propos, en temps et en proportion convenables, on en a obtenu des résultats satisfaisans.

Cette pratique s'est également répandue dans le midi de la France; néanmoins elle y est encore peu connue dans quelques départemens, tels que ceux du Gard et de l'Hérault, quoiqu'il y existe plusieurs carrières de pierre à plâtre, et que les cultivateurs puissent se procurer généralement cette matière à un prix peu élevé.

Leur faire connaître les avantages qu'ils ne peuvent manquer de retirer de l'emploi du plâtre et la manière de s'en servir, tel est l'objet de cette notice, qui a été rédigée sur la demande de M. le conseiller d'état directeur général des ponts et chaussées et des mines.

Composition
de la pierre à
plâtre.

La pierre à plâtre ou gypse est un composé de chaux, d'acide sulfurique et d'eau dans les proportions suivantes :

Chaux.	0,33
Acide sulfurique. .	0,46
Eau.	0,21
Total.	1,00

Effets de la
calcination.

Par la calcination à une chaleur suffisante, le gypse perd l'eau qu'il contenait, devient friable, avide d'humidité; tout le monde sait qu'à l'état pulvérulent, et lorsqu'on y ajoute de l'eau, le plâtre l'absorbe rapidement, se gonfle et se durcit, et que c'est de cette propriété que résulte son emploi dans les constructions.

Le plâtre cru et le plâtre cuit sont employés en agriculture à l'état pulvérulent.

En France on le préfère généralement cuit, parce qu'il coûte moins à pulvériser et que ses effets sont plus prompts quoique moins durables. Dans quelques départemens du nord et de l'est de la France, en Suisse, en Allemagne, en Angleterre et en Amérique, on l'emploie le plus souvent cru.

Exploitation
du plâtre.

L'exploitation de la pierre à plâtre est presque toujours facile, parce que, ce minéral se trouvant près de la surface du sol, on peut ordinairement l'extraire à ciel ouvert comme dans une carrière de pierre ordinaire. On emploie le pic, le coin et la poudre : ce travail est trop connu pour qu'il soit nécessaire de le rappeler.

Méthodes
de cuisson.

Le mode de cuisson de la pierre à plâtre varie selon l'usage auquel on la destine.

Pour les constructions où il faut un plâtre sans mélange, on le cuit dans des fours à calcination périodique avec du bois; ce sont des prismes

rectangulaires de 3 à 4 mètres de hauteur, fermés par le haut, avec une ouverture sur l'un des côtés pour le chargement, et un trou en haut pour la sortie des fumées. Dans le bas on ménage un espace pour la combustion du bois, au moyen d'une voûte ou d'une grille faite avec des barreaux de fer que supportent deux murs. En 7 ou 8 heures le plâtre est cuit, on obtient par fournée 10 à 12 mille kilogrammes de plâtre.

Pour l'agriculture, où il importe peu que le plâtre soit mélangé de cendres, mieux vaut le cuire à la houille dans un four à calcination continue : ce dernier est analogue à un four à chaux et se compose d'un cône tronqué renversé, de 3 à 4 mètres de hauteur, et de 3 mètres environ de diamètre dans le haut; on n'y met la pierre qu'après l'avoir concassée en menus morceaux et on l'y stratifie par couches successives avec de la houille menue, en ayant soin de mettre les plus gros morceaux vers le centre et les plus menus vers la circonférence; on recharge par le haut la pierre et le charbon, au fur et à mesure qu'on retire le plâtre cuit par en bas.

Cette méthode de cuisson est plus expéditive et plus économique que la précédente: on peut obtenir en 24 heures, dans un seul four, 150 à 200 quintaux métriques de plâtre, en consommant 5 à 6 hectolitres de houille menue.

Au sortir du four, on écrase le plâtre avec soin à bras d'hommes avec des battes ou masses en fer, ou mieux encore, si l'exploitation est importante, au moyen d'une meule verticale mise en mouvement par un cheval. On peut obtenir par meule 30 quintaux métriques par jour de plâtre pulvérisé. En le retirant de dessous la meule, on le

Pulvérisation
du plâtre cuit.

tamise et on le renferme soigneusement dans des sacs, ou bien on l'entasse dans des magasins secs et bien fermés.

Prix du plâtre. Le plâtre cuit se vend sur les carrières du Gard 40 à 60 centimes le quintal de 42 kilogrammes, c'est-à-dire 1 fr. à 1 fr. 40 le quintal métrique; rendu à Alais il vaut 2 fr. à 2 fr. 40 le quintal métrique.

Améliorations à introduire dans cette industrie.

Ce prix pourrait être moindre si l'on cuisait le plâtre avec la houille menue dans les fours à calcination continue, et si généralement on le broyait sous des meules mues par des chevaux. L'amélioration des chemins qui conduisent aux carrières permettrait de substituer le transport à charrettes à celui à dos de mulets, et diminuerait le prix du transport de cette matière. Enfin, si son emploi en agriculture devenait plus général, son prix diminuerait encore, parce que les entrepreneurs, pouvant travailler toute l'année et sur une plus grande échelle, l'exploiteraient avec plus d'économie.

Le meilleur plâtre pour le cultivateur est celui qui est nouvellement et parfaitement calciné, qui est pulvérisé le plus fin sans mélange de criblures ou de gros morceaux, et auquel on n'a pas ajouté des matières étrangères, telles que des pierres calcaires, etc.

Essai du plâtre.

On reconnaîtra le mélange de calcaire en y versant du vinaigre ou tout autre acide qui y produira une effervescence. Il sera bien cuit lorsqu'en y jetant de l'eau elle sera absorbée promptement, que le plâtre se gonflera et finira par prendre de la consistance. Le meilleur plâtre sera celui qui absorbera le plus d'eau.

C'est principalement sur les prairies artificielles

que l'on a reconnu les bons effets du plâtrage, et principalement sur les trèfles, les luzernes, les sainfoins, et en général sur toutes les plantes de la famille des légumineuses à feuilles larges et épaisses. Il améliore aussi les prairies naturelles qui contiennent beaucoup de trèfles, de vesces et autres plantes analogues; mais l'action du plâtre est nulle sur les céréales et les graminées, dont les feuilles sont sèches et droites.

Plantes sur lesquelles le plâtre agit.

Il paraît qu'il agit en attirant l'humidité de l'air et en stimulant l'action vitale des plantes. Ce qui tend à le prouver, c'est que les prairies artificielles plâtrées se couvrent d'une rosée plus abondante, les racines prennent beaucoup plus de grosseur et de développement, les plantes sont moins exposées à la sécheresse.

Quel que soit au reste le mode d'action du plâtre, il est certain que dans presque tous les terrains, pourvu qu'ils ne soient ni gypseux, ni humides, ni trop argileux, il accroît de beaucoup les produits des prairies artificielles; c'est surtout dans les terres fertiles, sèches et légères qu'il agit généralement le mieux. Il double très souvent la récolte des trèfles et des luzernes et quelquefois celle du sainfoin. Mais ce n'est pas là le seul avantage qu'il procure au cultivateur; en développant une plus forte végétation des plantes fourragères, il empêche les mauvaises plantes de s'y développer, la prairie artificielle dure par suite plus long-temps, et après son défrichement les récoltes de céréales qui succèdent sont plus assurées et plus abondantes.

Avantages du plâtrage.

Le plâtre se répand sur les prairies artificielles à la volée, comme si l'on semait du blé; c'est ordinairement en mars ou avril, lorsque les plantes

Manière de répandre le plâtre.

s'élèvent au-dessus du sol de quelques pouces, et le recouvrent entièrement, de manière à ce que le plâtre tombe le plus possible sur les feuilles et non sur la terre. On choisit à cet effet un temps humide ou brumeux, menaçant pluie, et l'on commence de grand matin avec la rosée : il faut éviter la pluie et le vent pendant l'opération.

On reconnaît que l'opération est bonne lorsque les feuilles des plantes sont uniformément blanchies. La réussite est certaine lorsqu'une pluie légère survient peu de jours après. Il faut se garder de plâtrer lorsqu'on craint des gelées : elles anéantiraient tout le bon effet du plâtrage. Au bout de 10 à 15 jours, si les circonstances atmosphériques sont favorables, ses bons effets se font déjà sentir. Dans le cas contraire on peut plâtrer de nouveau après la première coupe si la saison est humide et pluvieuse ; sinon on attendra après la coupe d'automne, ou le printemps suivant.

La quantité de plâtre à employer varie selon les terrains, les climats, etc. Généralement on en répand depuis deux jusqu'à six hectolitres par hectare ; c'est à chaque cultivateur à reconnaître par quelques essais préliminaires la quantité qui convient le mieux à son terrain.

Les effets du plâtre se font sentir sur les prairies artificielles pendant deux ou trois ans ; il est donc inutile de plâtrer plusieurs fois dans l'année, et même tous les ans, d'autant plus que des plâtrages trop souvent répétés finiraient par appauvrir et épuiser la terre. Ainsi, pour les trèfles que l'on défriche la troisième année, un seul plâtrage au printemps de la première année suffit ; pour les luzernes et les sainfoins dont la durée est plus longue, on ne doit les plâtrer que tous

les deux ou trois ans ; dans les années intermédiaires il convient de fumer, si l'on veut constamment avoir de bons fourrages et ne pas épuiser le terrain.

Dans le Gard et l'Hérault, la plante fourragère que l'on cultive le plus généralement en prairie artificielle est le sainfoin (ou esparcette).

Le trèfle et la luzerne sont certainement d'excellens fourrages ; mais il faut au trèfle des terrains argileux et humides que l'on rencontre rarement, ou qui reçoivent d'autres cultures ; il craint d'ailleurs beaucoup la sécheresse. La luzerne ne réussit bien que dans de bonnes terres arrosables ; elle exige des labours profonds et multipliés et beaucoup d'engrais.

Le sainfoin, au contraire, réussit dans des sols arides, surtout dans les terrains calcaires et pierreaux qui s'étendent sur une partie de ces deux départemens. Les expositions les plus chaudes lui conviennent, il améliore le sol au lieu de l'épuiser, et le prépare pour produire de bonnes récoltes en céréales. Il exige peu de frais de culture, peu d'engrais, pas d'arrosage, et dès la deuxième année il donne d'abondans produits. Enfin il offre une nourriture saine et substantielle pour les bestiaux, soit en herbe, soit en fourrage sec. On le cultive très en grand dans le département du Gard ; voici comment on procède aux environs d'Alais pour établir une culture de ce genre.

On fait un premier labour en novembre ou décembre, on en fait un second un mois après, et l'on sème le sainfoin au commencement d'avril. En Provence, et dans les parties plus méridio-

Prairies artificielles qui conviennent au midi de la France.

trèfle et luzerne.

Sainfoin.

nales du Languedoc, où l'on craint moins l'effet des gelées, on le sème en automne.

Le sainfoin, ainsi cultivé dans des terrains médiocres, calcaires et pierreux, donne une ou deux coupes par an; il dure quatre ou six ans sans employer aucun engrais; alors il dépérit, les mauvaises plantes y abondent, et l'on est obligé de le défricher pour y cultiver ensuite des céréales. On ne doute pas que le plâtrage ne prolongeât la durée de la prairie et n'améliorât les produits. Dans les bons terrains, en faisant alterner le plâtrage et les engrais de deux en deux ans, les récoltes en sainfoin seraient bien plus abondantes, la prairie durerait douze à quinze ans sans que le sol fût épuisé, et les récoltes en céréales qui viendraient après le défrichement seraient assurées. Pour la luzerne et le trèfle on devra procéder de la même manière, si l'on veut obtenir d'abondantes récoltes sans épuiser le terrain.

Le plâtrage, adopté dans un grand nombre de départemens de la France, a permis d'obtenir plusieurs récoltes de céréales dans des terrains qui jusqu'alors n'en paraissaient pas susceptibles, de nourrir une plus grande quantité de bestiaux, d'obtenir plus d'engrais, et d'accroître par là la production et la valeur des terres.

Dans le Gard et l'Hérault, où il existe une si grande étendue de terrains calcaires, pierreux, secs et arides, qui ne donnent que de loin en loin de chétives récoltes, où les engrais manquent généralement, parce que les prairies naturelles y sont rares, et qu'elles ne réussissent bien qu'étant arrosées, on ne saurait trop recommander la pratique du plâtrage des prairies artificielles, surtout de celles de sainfoin. Elles ne peuvent man-

Avantages
du plâtre dans
l'agriculture
du midi.

quer de réussir si l'on prépare bien le sol avant de les établir, au moyen de plusieurs labours, et si on les entretient en bon état par des plâtrages et des fumages alternatifs.

A la suite des défrichemens, on aura de belles récoltes en blé et autres céréales, si l'on a soin surtout d'y intercaler des cultures moins épuisantes, et de ne pas fatiguer le sol en lui demandant trop fréquemment la même production.

Les cultivateurs du Midi doivent donc se hâter d'adopter plus généralement le plâtrage; il est reconnu qu'un quintal de plâtre, coûtant moyennement 1 fr. 50 à 2 fr., fécondera mieux la terre qu'un char de fumier valant 8 à 12 fr., et qu'il est souvent difficile de se procurer.

Les cultivateurs des arrondissemens d'Alais et du Vigan pourront obtenir du plâtre à un prix peu élevé des carrières de Générargues, près d'Anduze, de la Salle et de Saint-Jean-du-Gard. Il existe aussi à Rochebelle, dans la commune d'Alais et dans celle de Blannaves, des gisemens de plâtre qui pourraient être utilisés.

Les carrières des départemens de la Drôme, de l'Isère et du Rhône pourraient en approvisionner les communes du Gard et de l'Ardèche, qui sont assez rapprochées du Rhône.

Enfin, il existe dans l'Hérault plusieurs plâtrières, notamment sur les communes de Cruzy, de Quarante, de Calzouls et d'Hérépian, dans l'arrondissement de Béziers, et sur celles de Clermont et Soubès, dans l'arrondissement de Lodève, qui pourraient être utilisées pour les besoins de l'agriculture de ce département et de celui de l'Aude.

Carrières
qui peuvent
approvisionner
le midi.

OBSERVATIONS

Sur les dépôts tuberculeux des conduites d'eau de la ville de Grenoble (Isère).

Le conseil municipal de la ville de Grenoble a publié, en novembre 1833, un rapport qui a fait connaître les justes alarmes que doit faire concevoir, pour l'avenir des fontaines de cette ville, l'engorgement progressif de leurs tuyaux de conduite. Les auteurs de ce rapport ont adjuré tous les hommes spéciaux d'étudier les faits qu'ils ont constatés, afin de découvrir les causes du mal et les moyens d'y remédier. Plusieurs savans ont déjà répondu à cet appel : M. Girard a lu à l'institut un rapport sur cet objet, MM. Payen et Fournet ont publié sur la même question des Mémoires dans les Annales de chimie et de physique. M. Gras, ingénieur des mines, résidant à Grenoble, a envoyé à la commission des Annales des mines une notice dans laquelle il résume en peu de mots tout ce que l'observation a appris jusqu'ici sur ces dépôts singuliers. La commission, en publiant ce dernier travail, a pensé qu'il serait utile de présenter en même temps un extrait des opinions qui ont déjà été émises sur cette matière.

1. *Rapport sur la situation des conduites d'eau des fontaines de Grenoble; par MM. CROZET, CHAPER, VICAT, CORRÈZE, GUEYMARD et BRETON.*

(Extrait.)

Les fontaines qui décorent et assainissent la

ville de Grenoble éprouvent en ce moment une réduction d'eau considérable dans le volume de leurs eaux. Cette diminution, survenue d'une manière insensible, vient d'être constatée, et des recherches immédiates ont appris qu'elle était due à l'engorgement des tuyaux; mais la nature de cet engorgement n'a pas permis d'en déterminer la cause avec certitude, et il est nécessaire d'appeler sur ce sujet l'attention des administrateurs et des constructeurs. Nous devons signaler aux premiers l'existence d'un danger tout-à-fait imprévu. Nous demandons aux seconds le concours de leurs lumières pour arriver à prévenir partout ces graves accidens.

La solution des difficultés qui nous occupent ne peut s'obtenir que par l'étude minutieuse de tous les faits. Nous allons, en conséquence, exposer les détails de construction de la conduite qui amène les eaux à Grenoble, les accidens reconnus et les recherches faites pour en reconnaître la cause.

La grande conduite du Rondeau (1) commença à donner ses eaux dans les fossés de la ville en 1825. Le 26 février 1826 elle fut entièrement terminée : les eaux arrivèrent dans la soirée sur la place Grenette, à 3,200 mètres de la source, et depuis ce jour elles n'ont point cessé de couler. Le volume d'eau fourni était alors de 1,431 litres par minute.

Les tuyaux de cette conduite sont à emboîtement; la longueur de chacun est de 2^m,56; le diamètre intérieur est de 0^m,275. Les tuyaux ont

(1) Le Rondeau, point de départ de la conduite, est situé au sud de Grenoble.

été liés avec le mastic d'accum (98 limaille de fonte, 1 fleur de soufre, 1 sel ammoniac), et les compensateurs avec des viroles de plomb et des cordes goudronnées. La pose a été faite avec tant de soins, que cette conduite n'a pas exigé la moindre réparation jusqu'à ce jour.

On a placé des regards tous les 100 mètres, au moyen de tuyaux à brides que l'on peut démonter facilement; il y a donc 32 regards sur cette conduite.

Hors les cas exceptionnels que nous allons indiquer, quatre tuyaux sont assemblés avec le mastic d'accum, et le cinquième, qui est destiné à la compensation, est lié avec une virole de plomb, cinq à six rangs de cordes goudronnées et une seconde virole de plomb, le tout serré avec force dans le vide. Il y a donc une virole de plomb en contact avec les eaux courantes dans les tuyaux, et une placée extérieurement, séparée de la première par les cordes. La section d'une virole de plomb est un carré d'un centimètre de côté.

Les constructions ont nécessité que le premier regard en amont ne fût assemblé qu'avec des viroles de plomb et des cordes goudronnées. On a été forcé également d'user du même moyen pour les trois derniers regards, dans l'intérieur de la ville.

De plus, sur toute la conduite où l'on a employé le mastic d'accum, on a mis encore une virole de plomb extérieure pour prévenir toute fuite d'eau, dans le cas où le mastic n'aurait pas été bien serré.

Cette conduite est recouverte de 1 mètre de

terre, et sur presque toute la longueur elle est placée dans l'eau (1).

Il suit de cette description, que les viroles intérieures sont en contact avec les eaux des tuyaux, et que les viroles extérieures sont dans les eaux de filtration.

Nous comptons 367 viroles intérieures et 1,243 extérieures. Comme l'épaisseur d'une virole est de 1 centimètre, la longueur, dans le sens de l'axe de toutes les viroles intérieures, serait de 3^m,67, et celle des viroles extérieures de 12^m,43. La longueur de la fonte est de 3,200 mètres. On remarquera que le plomb se trouve en plus grande quantité au départ et à l'arrivée qu'au centre de la conduite.

Les premières eaux qui arrivèrent avaient une couleur ocracée, occasionée par l'oxide de fer des tuyaux emporté mécaniquement.

Au bout de quelque temps on crut reconnaître dans le tuyau vertical qui verse les eaux au sommet du Château-d'Eau, de petites saillies d'oxide de fer adhérentes à la surface extérieure. Ces rugosités presque imperceptibles grossirent peu à peu, et prirent le volume d'un grain de millet, d'une lentille, d'un pois, etc.; aujourd'hui elles forment des concrétions de 10 à 24 millimètres de saillie, et le nombre en est considérable. On avait pensé d'abord que le tube vertical, exposé à l'action de la lumière solaire, ou à l'action de l'air quand on nettoyait le Château-d'Eau, avait pu se tapisser ainsi de tubercules ferrugineux, et de végétations de la nature des conferves,

(1) Dans toute la plaine de Grenoble, on trouve les eaux à 0^m,66 ou 1 mètre en contre-bas du sol.

sans que le reste de la conduite fût altéré; mais on remarqua une diminution d'eau dans le produit des fontaines, et un jaugeage, fait le 14 septembre 1833, apprit que les 1,431 litres d'eau étaient réduits à 680. On démonta les tuyaux sur plusieurs points, et on reconnut que les concrétions ferrugineuses tapissaient la conduite.

Ces champignons ou tubercules sont de grosseurs inégales, et leur distribution dans l'intérieur des tuyaux est très irrégulière. Ils ont la forme d'une moitié de poire dont la queue serait dirigée vers l'origine de la source; ils sont isolés ou groupés au nombre de 2, 3, 10, jusqu'à 40 et au delà; leur surface est raboteuse; ils sont noirs, mais au contact de l'air ils deviennent jaunes en peu de temps; ils sont composés de couches friables, d'un tissu lâche et mou; ils se détachent très-facilement. Il semble qu'il y en ait un peu plus vers le bas des tuyaux; il n'en existe pas au dehors des tuyaux, où il y a seulement une légère couche d'oxide.

L'analyse des tubercules a été faite avec le plus grand soin, et a donné :

Sable, ou silice	0,0134
Peroxide de fer.	0,5580
Protoxide de fer.	0,0860
Perte au feu.	0,3400
	0,9974

Après leur sortie des tuyaux, ces tubercules avaient été laissés pendant quelques jours dans une chambre, à une température de 15 à 16 degrés centigrades, et paraissaient complètement secs.

Il existe dans la ville de Grenoble des fon-

taines alimentées par d'autres sources prises à la Tronche, sur la rive droite de l'Isère. La conduite, qui autrefois était en plomb et exigeait de fréquentes réparations, a été changée en 1827 et remplacée par une conduite en fonte, dans le même système que celui du Rondeau. Ces tuyaux viennent d'être visités intérieurement, et l'existence des tubercules y a été reconnue.

Les eaux de la Tronche sont cependant différentes de celles du Rondeau. Un litre d'eau des premières donne 0^g,21 de résidu, composé presque exclusivement de carbonate de chaux; dans les autres, on trouve seulement 0^g,11 de résidu, composé de carbonate de chaux et d'une plus grande proportion d'hydrochlorate de soude. Dans les eaux du Rondeau, coulant librement à l'air, on trouve des poissons et du cresson; celles de la Tronche, trop chargées de carbonate de chaux, ne contiennent pas ces êtres organiques. Elles avaient déposé dans les anciennes conduites de plomb une légère couche de tuf; celles du Rondeau, au contraire, n'ont point donné la moindre trace d'incrustation calcaire dans les tuyaux de fonte, qui sont lisses et nets comme le premier jour, partout où il n'existe pas de tubercules.

Les accidens que l'on vient de signaler dans les deux conduites de Grenoble se sont manifestés aussi dans quelques autres villes, et on vient d'en recevoir la nouvelle.

Dans cet état de choses, nous venons demander aide et concours à tous les hommes qui s'intéressent aux travaux d'utilité publique. Dans toutes les grandes villes on sent le besoin d'amener des eaux abondantes, et de les verser à profusion pour

subvenir aux besoins domestiques, et pour assurer la salubrité générale. D'immenses travaux ont été entrepris pour atteindre ce but, et on a cherché sans relâche toutes les conditions d'économie et de solidité. Les conduites de plomb ont été abandonnées comme trop faibles et trop chères, et la fonte de fer a été préférée pour les grandes conduites. Les modes anciens de jonction ont été changés, parce que les brides avec boulons ne permettaient pas le jeu des dilatations dues aux changemens de température. Un assemblage nouveau, facile et sûr, a été proposé et presque immédiatement adopté dans toute la France pour les constructions de ce genre. Aujourd'hui, des obstacles imprévus compromettent l'existence de toutes les fontaines établies. Le danger est grave, et les causes du mal sont encore incertaines ou hypothétiques. On doit arriver promptement à les connaître par la comparaison des faits, et par l'observation attentive de ce qui se passe sur tous les points où des conduites d'eau ont été établies. Nous adjurons donc les hommes qui ont à cœur le bien public, de nous aider dans nos recherches, et de nous apporter le secours de leurs lumières et de leur expérience.

2. *Mémoire sur les oxidations locales et tuberculeuses du fer*; par M. PAYEN.

(Extrait)

La suite de mes expériences sur un moyen de prévenir l'oxidation du fer à l'aide d'une propriété générale que j'ai découverte dans les réactions alcalines, me paraît concourir à donner la

solution du problème proposé par le conseil municipal de la ville de Grenoble.

Voici un résumé succinct des faits y relatifs :

Toutes les substances solubles donnant à l'eau une réaction alcaline empêchent l'oxidation du fer. Tel sont, par exemple, la potasse, la soude, l'ammoniaque et la chaux, les carbonates de potasse de soude et d'ammoniaque, le borate de soude, le sous acétate de plomb, etc.

La limite de ce pouvoir varie pour les différentes substances et pour chacune d'elles, suivant qu'on y ajoute certains sels. Près et au delà des limites de ce pouvoir, soit que la proportion de la matière alcaline dans le liquide se trouve insuffisante, soit que la présence d'un sel étranger contrebalance son énergie en facilitant les courans électriques, l'oxidation a lieu.

Mais ce qui est fort remarquable, c'est qu'alors tous les points de la superficie du métal sont loin d'être également oxidables; l'influence préservatrice n'est vaincue que par une réaction électrochimique dans les parties où des solutions de continuité quelquefois imperceptibles ont lieu: ainsi, les lignes de fers fibreux, et les points où divers corps étrangers séparent les parties du fer, se dessinent souvent en traces d'oxide verdâtre dont le volume augmente graduellement: tout le reste de la superficie conserve très long-temps son aspect métallique. Les points de contact entre une barre et les parois, ou encore de deux barres entre elles déterminent le même effet.

Ainsi, par exemple, la température étant à 15° centigrades, une solution saturée de potasse pure étendue de mille fois son volume d'eau, au fond de laquelle plonge un cylindre en fer limé,

le préserve long-temps; mais peu à peu l'acide carbonique de l'air diminue la réaction alcaline, quelques points d'oxidation se manifestent et leur volume augmente irrégulièrement; toutefois, la plus grande partie de sa surface métallique a conservé son état même au bout d'un an.

L'eau contenant 0,02 de son volume de solution saturée de carbonate de soude, a déterminé à la superficie d'un cylindre en fer des concrétions coniques d'oxide, graduellement augmentées, long-temps brun verdâtre, acquérant une couleur jaunâtre à leur sommet, tandis que la base en contact avec le métal, reste brun verdâtre après le même intervalle de temps. (Le liquide était en contact avec l'air.)

La même solution saturée, étendue de 59 parties d'eau, laissée pendant une année en contact, dans un tube ouvert, avec des cylindres en fer limé, forma des concrétions d'abord verdâtres, qui peu à peu s'étendirent en serpentant autour des cylindres, et prirent par degrés une belle coloration jaune, tandis que le reste de la surface, de celle même que l'évaporation avait mise hors du liquide, conserva son état métallique.

Dans les mêmes circonstances, l'eau contenant 0,023 de solution saturée de carbonate de soude a complètement préservé le fer de l'oxidation.

Une solution saturée de chlorure de sodium, à l'abri du contact de l'air, n'a développé sur la superficie et notamment aux points de contact de plusieurs barreaux de fer, que quelques exubérances d'oxide verdâtre; tout le reste de la superficie avait conservé son état métallique au bout d'une année. Dans une expérience semblable, mais faite avec le contact de l'air, l'oxidation a

continué et pris la couleur de la rouille, d'abord dans les parties rapprochées de la superficie.

Une solution, saturée à la fois de sel marin et de carbonate de soude, a préservé pendant le même temps le fer de toute oxidation, malgré le contact de l'air et la cristallisation d'une partie de chacun des deux sels.

La même solution étendue de 9 volumes d'eau, donna lieu à des concrétions d'oxide mamelonnées.

Cherchant d'après l'expérience précédente les proportions d'eau, de chlorure de sodium et de carbonate de soude qui accéléreraient le plus la formation des concrétions locales d'oxide, j'ai observé qu'une solution saturée à 15 degrés cent. de ces deux composés, étendue de 75 fois son volume d'eau de Seine, puis filtrée, détermina en moins d'une minute, sur le fer et la fonte, ce commencement d'oxidation qui se manifesta d'abord par quelques points d'un vert pâle; au bout de dix minutes les saillies furent très marquées.

Si, comme a bien voulu me le conseiller M. Becquerel, l'on augmente la conductibilité dans l'essai précédent en appliquant à l'aide d'un fil, sur le barreau de fer ou sur un morceau de fonte limés, un fragment de charbon bien calciné, les exubérances verdâtres se montrent plus rapidement encore et surtout beaucoup plus nombreuses.

Dans les mêmes solutions faiblement alcalines, mais privées d'air atmosphérique, l'oxidation n'a pas lieu.

Dans celles qui contiennent de l'air atmosphérique, l'oxidation s'arrête lorsque l'on prévient l'accès de l'air extérieur.

Lorsque l'accès de l'air est libre, les concrétions les plus rapprochées de la superficie passent à un degré d'oxidation plus avancé; l'oxidation verdâtre continue à la surface du métal sur les mêmes points, et augmente le volume des concrétions.

Il résulte des faits précédens et de quelques autres passés sous silence :

1°. Que toutes les solutions offrant une faible réaction alcaline peuvent, en préservant le reste, donner lieu à la formation de concrétions locales d'oxide, à certains points de la surface du fer immergé;

2°. Que cette réaction et sa rapidité varient suivant la présence et les proportions de l'air et de différens sels; elles varient encore avec les solutions de continuité qui existent entre les parties du métal, et enfin avec les circonstances du contact de plusieurs morceaux de fer soit entre eux soit avec d'autres corps;

3°. Que les solutions acides déterminent une oxidation uniforme et moins volumineuse que les solutions alcalines (sur le cuivre, les solutions acides et alcalines produisent une oxidation générale).

On aura donc à craindre les concrétions locales dans les conduits en fer ou en fonte où passeront des eaux très légèrement salées et à faible réaction alcaline: il faudrait sinon renoncer à l'emploi de ce métal, du moins ménager à des distances peu éloignées des démontages faciles ainsi que l'a proposé M. Gras, ingénieur des mines.

D'ailleurs l'état de grande division et d'écartement des particules de ces concrétions, permet de les enlever par un léger frottement ou à l'aide

d'un acide faible qui attaque à peine les parties métalliques.

De quelque manière que soit tranchée la difficulté spéciale par les savans ingénieurs à portée de l'étudier, il m'a semblé que ces propriétés générales appartenant à toutes les solutions alcalines offraient, sinon leur concours à la solution d'un problème important, du moins une série nouvelle de réactions électro-chimiques, et de limites variables aux altérations particulières d'un métal très oxidable.

3. *Observations sur la production des tubercules ferrugineux dans les tuyaux des fontaines de la ville de Grenoble; par M. FOURNET.*

(Extrait.)

L'examen chimique des tubercules donne lieu à plusieurs observations importantes :

1°. J'ai reconnu que la perte au feu, qui avait été d'abord évaluée à 34 pour cent, n'est effectivement, après un certain laps de temps, que 19,40, diminution qui indique évidemment une destruction graduelle d'une matière organique par l'action du peroxide de fer. Toutefois, cette perte est encore plus considérable que celle que donnerait l'hydrate ordinaire : la matière organique n'a donc éprouvé qu'une modification partielle, et l'on peut encore en reconnaître la présence, en traitant la substance par la potasse à l'alcool qui produit des globules savonneux. On peut encore la traiter par l'acide muriatique : il surnage une couche huileuse très mince et irisée, qui est un excellent caractère pour déceler les substances or-

ganiques du règne minéral renfermées dans les roches solubles. La présence de la matière organique est suffisamment prouvée par les conferves qui ont été observées dans les vasques du Château-d'Eau, et c'est surtout cette circonstance qui me porte à supposer que les phénomènes que je viens de décrire, ne sont point produits par une combinaison du carbone provenant de la fonte des tuyaux.

2°. La commission signale dans les tubercules une assez forte proportion de silice ou de sable : je me suis assuré que cette silice, qui, en partie au moins, est à l'état gélatineux, provient des eaux et non du silicium de la fonte. Les tubercules renferment également des grains sableux et des parties argileuses entraînés mécaniquement.

3°. Outre le peroxide de fer qui forme la substance dominante, il existe aussi du protoxide de fer. On peut expliquer la présence de ce corps, soit en supposant qu'il existe en dissolution dans l'acide carbonique, soit en admettant qu'il provient de la réaction qu'exerce sur la fonte le peroxide tout formé dans les eaux; on peut supposer enfin qu'il est le premier degré de l'action oxidante exercée sur la fonte par diverses influences.

4°. Passons aux gaz contenus dans les eaux : des expériences faites avec soin par M. Gueymard lui ont appris que, sur 1,000 centimètres cubes d'eau prise au sommet du Château-d'Eau, il y avait 32,20 centimètres de gaz, tandis que l'air contenu dans les eaux de Paris est tout au plus de 29,91 par litre, d'après les expériences de M. Thénard. Mais malheureusement nous n'avons aucune donnée sur la quantité et la nature

de l'air dissous dans les eaux prises à la source avant leur divagation à la surface et leur entrée dans les tuyaux. Nous savons seulement, par les expériences de la commission, que celui qu'on extrait, après le passage par la grande conduite, est encore plus oxigéné que l'air atmosphérique.

La commission trouve que, outre cet oxigène, il reste un excédant de gaz qu'elle suppose être, en partie au moins, de l'hydrogène; pour ma part, en y réfléchissant bien, j'ai pensé que ce gaz étranger pourrait bien n'être, en majeure partie, que de l'acide carbonique. On sait qu'il existe, aux environs de Grenoble, quelques sources suffisamment acides, pour être employées en bains; il n'y a donc aucune témérité de ma part à généraliser ce fait, et à attribuer à la présence de cet acide la dissolution du fer dans les eaux, avant leur entrée dans les tuyaux. Ceci est, au reste, la seule hypothèse que je me permettrai au sujet de ces eaux, dont la nature minérale est d'ailleurs, je crois, suffisamment établie par la présence de la matière organique, de la silice gélatineuse, et du carbonate de chaux, élémens constitutifs ordinaires de ces sortes de sources. Qui pourrait disconvenir qu'une partie au moins de celles qui servent à la ville de Grenoble ne soient dans ce cas, puisque le rapport porte que les eaux de la Tronche sont tellement chargées de carbonate de chaux, qu'elles ne contiennent ni poissons, ni cresson, comme celles du Rondeau, tandis que les unes, comme les autres, ont produit des tubercules?

Il est facile de déduire des faits qui précèdent, l'explication de la formation des tubercules : en effet, la commission de Grenoble a constaté qu'un

mètre courant de tuyau contenait 453 grammes de matière, et que le dépôt total s'élevait à 1,452 kilogrammes.

Ce dépôt a été produit en sept années et demie, ou en 2,740 jours; il s'est donc déposé journellement $\frac{453}{2740} = 529$ grammes de matière composée principalement de silice, de fer, d'eau et de substance organique.

D'un autre côté, il passait par les tuyaux, dans le principe, 1,431 litres d'eau par minute, et dans les derniers temps seulement, 680 litres, ou moyennement, 1,055 litres; ce qui fait par jour 1,519,920 litres.

Or, chaque litre du Rondeau tient, d'après les recherches de la commission, 0^s,11 de matière fixe : d'après une analyse approximative que j'ai faite sur 0^s,24 de cette matière, ces 0^s,11 renferment 0^s,006 de fer et de silice mélangés.

Réduisons ce nombre au quart, crainte d'erreur dans les évaluations fournies par la balance, il nous restera environ 0^s,0015 de ces matières insolubles par litre. D'après cela, nous trouvons que les 1,519,920 litres auraient pu laisser déposer journellement 2,279 grammes de résidu, quantité environ quatre fois plus forte que le dépôt réel. Il s'en faut donc de beaucoup que tout le fer et la silice se soient déposés, comme il était naturel de le concevoir, puisqu'une grande partie a dû rester en dissolution, ou même en simple suspension, comme M. Gueymard l'a observé dans le bassin du Château-d'Eau où il a même cherché à recueillir l'hydrate de fer qu'il voyait nager en petits flocons.

La latitude serait encore bien plus grande si j'avais pu avoir égard, 1^o. à l'oxide de fer prove-

nant de l'érosion des tuyaux par la rouille; 2°. à grande quantité de matière organique qui est restée unie aux dépôts et à laquelle je n'ai pas eu égard; 3°. enfin, aux substances que les eaux ont pu introduire mécaniquement, telles que les sables, les argiles, etc., dont j'ai déjà suffisamment indiqué la présence.

Si maintenant on demande comment il se fait que le fer domine dans les tubercules, tandis que le carbonate de chaux compose en majeure partie le résidu obtenu par l'évaporation, je répondrai par la remarque suivante déjà anciennement faite par M. Berthier, lors de ses analyses des eaux minérales de l'Auvergne : « Aussitôt que les eaux minérales viennent au contact de l'air, elles laissent dégager de l'acide carbonique; le fer se dépose à l'état d'hydrate de peroxide; la silice se dépose un peu plus tard. Vient ensuite le carbonate de chaux, puis après le carbonate de magnésie : ces deux sels étaient tenus en dissolution par l'acide carbonique, ou plutôt ils formaient avec une dose additionnelle de cet acide des bicarbonates, qui se décomposent très promptement à l'air, surtout le premier. Le dégagement continuant toujours, le carbonate neutre de soude devient de plus en plus alcalin, et enfin il se transforme entièrement en sous-carbonate, etc. etc. »

Voici donc une explication claire et simple de tout ce phénomène donné par cet illustre chimiste; j'ai été maintes fois à portée d'en apprécier toute l'exactitude, entouré comme je l'étais en Auvergne d'une multitude de sources minérales.

Il suffit au reste, de jeter un coup d'œil sur les deux analyses que contient le rapport de la com-

mission pour y voir la confirmation de l'hypothèse que j'ai admise.

Tubercules de la grande conduite.	Dépôts adhérens aux conferves des vasques du Château-d'Eau.
Silice ou sable. 0,0134	Silice. 0,2740
Peroxide de fer. 0,5580	Peroxide de fer. 0,1260
Protoxide de fer. 0,0860	Carbon. de chaux. 0,5940
Perte au feu. 0,3400	
0,9974	0,9940

En effet, la silice et le carbonate de chaux n'ont été déposés en quantité dominante qu'après la sortie des eaux hors des tuyaux, tandis que le fer s'est déposé principalement dans leur intérieur. L'acide carbonique a donc opéré un véritable triage, quoiqu'il soit resté imparfait.

Au reste, mes recherches sur les sédiments des eaux minérales m'ont fait reconnaître depuis long-temps que le phénomène de la production des tubercules pyriformes ou en champignons était une chose commune, et mes observations, je dois le dire, ont été faites avec un soin d'autant plus spécial qu'elles se rattachaient à mes études sur la formation des filons.

En effet les tubercules ferrugineux se constituent toutes les fois que des eaux minérales ferrugineuses séjournent ou coulent quelque temps sur les roches stéaschisteuses, sur les gangues des filons, sur les parois et jusque sur les boisages des galeries abandonnées et remplies d'eau pendant un certain temps, et certes, dans ce dernier cas, on ne peut en rapporter l'origine à une oxidation du fer métallique. Ils se retrouvent encore sur les fragmens incohérens des roches qui avoisinent les sources acidules. Je me suis même expliqué,

par des dépôts ferrugineux analogues, comment il se faisait que le travail utile des pompes des mines de Pont-Gibaud diminuait au bout d'un certain temps; et avant de quitter la direction de ces exploitations, j'ai conseillé au propriétaire le nettoyage des tuyaux aspirateurs qui étaient en bois, comme l'une des choses qui devaient fixer son attention.

Si les circonstances sont favorables à d'autres produits, comme au Mont-Dore à la source du puits de César, qui entraîne jusqu'à 12 kilogrammes de silice par jour, alors cette silice se dépose dans les conduits souterrains que l'eau parcourt, sous forme de rognons tuberculeux, souvent fort gros et qui ressemblent beaucoup à du silex; mais ils sont facilement solubles dans la potasse caustique; cette observation est encore due à M. Berthier.

Sous d'autres influences, comme dans les fissures des roches de schistes de transition de la Tarentaise qui se trouvent avoisinées par de grands dépôts de travertins, j'ai remarqué que ces tubercules sont composés essentiellement de chaux carbonatée pure et sont disséminés sur une incrustation planiforme de même nature.

Veut-on d'autres formations semblables en structure? Il me suffira de citer les champignons de cuivre métallique qui sont formés dans les réservoirs en bois par la réaction du sulfate de peroxide de cuivre sur le ligneux ou les matières organiques, ainsi que MM. Clément Desorme, Taillefer et Bucholz l'ont observé, réaction semblable jusqu'à un certain point à celle que j'ai admise entre la matière organique, le peroxide de fer et la fonte des tuyaux de Grenoble.

D'ailleurs quel métallurgiste n'a pas observé que les cadmies métalliques des fourneaux de fusion, provenant de la vaporisation des sulfures, sulfates, oxides, etc., prenaient à chaque instant cette disposition; la suie de nos foyers domestiques y est même quelquefois sujette: les courans de liquide sont remplacés ici par des courans de gaz ou de vapeurs.

Résumant donc les circonstances de ce phénomène, il est clair qu'il est en majeure partie le résultat de la précipitation successive d'une matière trop peu soluble ou trop troublée d'ailleurs pour pouvoir cristalliser régulièrement et dans toute la masse; car, en détail, les pulvicules, qui constituent les tubercules, sont eux-mêmes souvent cristallins, et leur cassure résinoïde dans certaines couches dénote une attraction de cohésion très énergique.

Les dépôts commencent en un point quelconque, le plus ordinairement sur une aspérité; ils s'allongent par de nouveaux dépôts, et à mesure qu'ils présentent plus de surface, ils grandissent avec d'autant plus de rapidité que leur volume, en s'augmentant, leur permet d'arrêter plus efficacement au passage les matières qui ont une tendance à se déposer: delà cette forme de champignon ou de poire qui les caractérise. Si les eaux sont stagnantes, leur axe est perpendiculaire au plan sur lequel ils sont fixés, quelle que soit d'ailleurs la position de celui-ci par rapport à l'horizontale; mais s'il y a un courant, alors cet axe se dirige dans le sens de celui-ci: au reste, M. Guéymard est arrivé à la même explication de la disposition des tubercules.

Ce qu'il y a en outre de vraiment intéressant

dans cet ordre de phénomènes, c'est qu'il se trouve en quelque sorte situé sur la limite, entre les cristallisations régulières et la précipitation mécanique; il y a de fréquens passages de l'un à l'autre; je puis, à cet égard, citer des tubercules d'oxide de zinc très pur, et très remarquables par leur compacité à l'intérieur et leurs facettes cristallines superficielles, qui se produisent dans les jointures de la maçonnerie des hauts-fourneaux; les tubercules de cuivre de M. Clément Desorme sont dans le même cas. D'ailleurs, comment ces tubercules ferrugineux, disséminés çà et là, se seraient-ils fixés perpendiculairement au plafond, aux murs et aux boisages d'une galerie long-temps remplie d'eau minérale stagnante, si l'on n'admet pas qu'une attraction de cristallisation ait conduit une à une les particules d'oxide de fer hydraté autour de certains points?

L'électricité peut agir dans le même sens que les aspérités, en déterminant dans quelques cas des centres d'attraction autour de certains points, car les tuyaux de fonte peuvent être peu homogènes dans leur composition, et c'est en ceci qu'il faut rechercher, non-seulement l'oxidation du métal qui les compose, mais encore bien plutôt le motif prédisposant d'un dépôt qui s'accroît ensuite d'autant plus rapidement, que le transport des molécules se fait mécaniquement; on entrevoit donc une possibilité de faire à Grenoble une application de cette force, en se guidant d'après les ingénieuses théories de M. Becquerel et les expériences dont M. Dumas a proposé de faire l'application à Sèvres pour concentrer le carbonate de chaux qui coule avec les eaux, en certains points des conduites d'où il serait facile de l'enle-

ver; je laisse le soin de pareilles recherches au zèle de MM. les ingénieurs de Grenoble, qui ont à leur disposition les eaux auxquelles l'application doit se faire.

Quant aux enduits proposés par M. Vicat, leur succès me paraît soumis à bien des chances; ils agiront principalement par leur poli, et celui-ci une fois détruit par le frottement, des dépôts auront lieu comme auparavant.

En réfléchissant au procédé que la nature met en usage pour empêcher l'obstruction des canaux souterrains qui amènent au jour d'énormes quantités de silice, de fer, de calcaire, etc., il m'a été aisé de supposer que, si on pouvait l'imiter à Grenoble, on empêcherait radicalement la principale cause du mal; il suffirait d'emprisonner les sources à leur sortie au jour, de telle manière qu'aucune portion d'acide carbonique ne pouvant se dégager, il maintiendrait en dissolution les matières qui n'acquièrent une tendance à se précipiter qu'après son départ. Le succès complet offert par les travaux des mines, connus sous le nom de *serremens*, et qui ont pour but de s'opposer entièrement à la filtration des eaux qui arrivent quelquefois sous des pressions énormes, permet d'espérer des chances de réussite à Grenoble. Il serait encore utile de pouvoir amener dans les tuyaux des eaux fortement acidules, s'il en existe de pareilles dans les environs. J'ignore absolument quel peut être le mérite de ces idées quant aux localités, et il est très probable que les moyens mécaniques, telles que les brosses en fil de fer destinées à ramoner les tuyaux, soient encore ce qu'il y aura de plus efficace et de plus simple.

4. *Note sur les obstructions tuberculeuses de la conduite de Grenoble*; par M. S. GRAS, ingénieur des mines.

Cette note a pour objet de résumer en peu de mots tout ce que l'observation a appris jusqu'à présent sur les tubercules qui obstruent les fontaines de Grenoble, et d'indiquer les principales conséquences qui en découlent relativement à leur origine.

Les premières recherches, faites pour s'éclairer sur la nature et les circonstances du mal, ont eu lieu dans les caves du Château-d'Eau, sur la place Grenette; c'est là qu'on s'est d'abord assuré par l'enlèvement d'un regard qu'un grand nombre de concrétions ferrugineuses tapissaient l'intérieur des tuyaux, tant dans la partie horizontale de la conduite, que dans sa partie verticale, jusqu'à une certaine distance de l'orifice. Pour reconnaître si l'obstruction était générale, deux autres regards ont été ouverts quelque temps après, l'un, dans la contre-allée du Cours, à 100 mètres de distance de la citerne; l'autre, à l'extrémité du chemin dit *des Boiteuses*, à peu près vers le milieu de la conduite. Ces regards et les tuyaux adjacens, dont deux provenaient de fonderies différentes, ont été trouvés remplis de tubercules de même forme et de même nature que précédemment. On a remarqué qu'il y en avait moins dans la contre-allée du Cours et dans les caves du Château-d'Eau, que dans le chemin des Boiteuses, où le poids des matières, recueillies sur une longueur de 2^m,50, a été, après une longue dessiccation, de 2 kilogrammes et demi. Il résulte de là que l'obstruction n'est point répartie uniformément; mais un trop petit

nombre de tuyaux ont été visités pour qu'on ait pu découvrir aucune loi à ce sujet. L'intérieur de la conduite, examinée à son origine dans les citernes *Durène* et *Lesage*, n'a offert que peu ou point de concrétions; il est vrai que cet examen n'a pu avoir lieu que sur une très petite longueur.

Il était intéressant de rechercher s'il existait des tubercules à l'extérieur de la conduite; plusieurs observations ont été faites à ce sujet. On a reconnu que, dans les citernes et dans le voisinage du niveau de l'eau, les grilles des trop-pleins étaient couvertes de mamelons d'oxide de fer analogues à ceux qui tapissaient l'intérieur des tuyaux, quoique d'une dimension bien moindre. D'autres mamelons semblables et beaucoup plus considérables, étaient attachés à des tiges de fer verticales servant de support à un grillage placé au-dessus de l'orifice d'entrée de la conduite: ces tiges de fer étaient entièrement plongées dans une eau dont le mouvement était très lent; enfin, la surface extérieure de la conduite elle-même était sur quelques points, dans l'une des citernes, recouverte d'amas ferrugineux qui paraissaient considérables; mais on n'a pu les examiner de près. D'un autre côté, des tuyaux en fonte, isolés et laissés long-temps dans le bassin du Château-d'Eau sur la place Grenette, ont offert des indices de tubercules qui, par une particularité très remarquable, présentaient en petit à peu près le même aspect et la même distribution que ceux de la grande conduite. Il ne sera pas inutile de faire remarquer que l'eau, dans laquelle ils étaient plongés, n'était point parfaitement en repos, mais soumise à des ondulations continues.

Il nous reste à décrire avec détail la forme, la disposition et toutes les circonstances que présentent les tubercules dont il vient d'être parlé. Nous distinguerons ceux qui se sont formés dans l'intérieur des tuyaux, sous l'influence de l'eau courante, des mamelons d'oxide qui ont été remarqués ailleurs. En effet, quoique d'une nature analogue, ils présentent plusieurs différences importantes à signaler, et qui jettent du jour sur la question de leur origine.

Pour ce qui concerne l'intérieur de la conduite, les trois ouvertures faites au Château-d'Eau, au chemin des Boiteuses, et dans la contre-allée du Cours, ont donné lieu à des observations parfaitement concordantes.

Les tubercules qui s'y trouvent sont à surface mamelonée, irrégulière, quelquefois coralloïde; leur saillie est communément de deux centimètres, mais elle peut aller jusqu'à trois, et au delà leur base, plus ou moins large, est en général supérieure à leur hauteur; ils sont peu durs, et il est facile de les rompre avec les doigts. Leur disposition surtout a paru remarquable: ils sont rangés suivant des lignes parfaitement droites, parallèles à l'axe du tuyau, et situées en nombre égal et à peu près à la même hauteur, soit à droite, soit à gauche du courant, de sorte qu'un plan vertical qui couperait la conduite suivant ses arêtes supérieures et inférieures, la partagerait en deux parties symétriques, quant au nombre et à la disposition des obstructions. Cette symétrie manque quelquefois; mais on voit qu'une cause générale tendait à la produire, et que des causes accidentelles ont pu seules la troubler. Les rangées de tubercules ne sont pas également espacées; elles sont

très nombreuses, et se touchent dans la partie inférieure de la paroi où elles forment une croûte continue, large et raboteuse; elles deviennent moins serrées en s'élevant, et se trouvent séparées par des zones de fonte entièrement lisses, et recouvertes seulement d'une légère couche d'hydrate de fer comme en boullie.

Lorsqu'après avoir enlevé un tubercule on examine son point d'attache, la fonte, sans offrir de dépression bien sensible, paraît altérée; elle est noire, friable, et se laisse facilement creuser avec la pointe d'un couteau, jusqu'à la profondeur de un, de deux, et même de trois millimètres; en général, l'altération a paru proportionnelle au volume des tubercules.

On reconnaît au premier coup d'œil que ceux-ci sont formés d'hydrate de fer; examinés de très près, la plupart n'offrent point une texture homogène et compacte; on y distingue une matière noire, ayant un certain éclat presque métallique, qui se ramifie irrégulièrement, et forme des cloisons contre lesquelles sont appliquées des couches de fer hydraté; l'intérieur de ces cloisons est rempli d'une substance noirâtre, tendre, semblable à un limon ocreux. On s'est assuré, à l'aide de réactifs, que cette coloration en noir devait être attribuée à du sulfure de fer extrêmement divisé; en effet, les tubercules traités à froid par de l'acide hydrochlorique produisent une effervescence vive et prolongée, et le gaz, reçu dans une dissolution d'acétate de plomb, détermine un précipité noir abondant; quand on abandonne à l'air les parties noires, elles deviennent peu à peu ocreuses, et en les lessivant avec de l'eau pure on obtient une liqueur légèrement verdâtre qui précipite en

noir par les hydrosulfates, en blanc par les sels de baryte, qui se trouble à la longue en donnant lieu à un dépôt ocreux, qui présente en un mot tous les caractères du sulfate de fer en dissolution.

L'analyse complète des tubercules a donné les résultats suivans :

Silice gélatineuse	0,036
Soufre	0,005
Peroxyde de fer	0,740
Perte an feu	0,200
	0,981

La proportion de soufre, trouvée égale à un demi-centième, doit être plus considérable, parce que les tubercules analysés faisaient partie d'un tas conservé depuis long-temps dans l'eau, où il s'était en partie décomposé; cette eau contenait en effet beaucoup de sulfate de fer. Il n'est pas probable que ce soufre ait été fourni par les tuyaux, car les plus mauvaises fontes n'en contiennent que deux ou trois millièmes, et il est d'ailleurs vraisemblable que, s'il avait été mis en liberté par un effet de l'oxidation, il se serait oxidé lui-même, et se trouverait entièrement à l'état de sulfate. Tout porte à croire qu'il est dû à la désagrégation du mastic d'accum (composé de sulfure de fer et de fer en grande partie oxidé), qui a été employé pour garnir les emboîtages, et dont une partie s'est trouvée en contact avec l'eau courante.

Les concrétions ferrugineuses, observées hors de la conduite, diffèrent sous plusieurs rapports des précédentes. Celles qui adhéraient aux grilles des trop-pleins étaient sous forme de petits amas, ayant au plus 5 à 6 millimètres de saillie, et pré-

sentant l'aspect de la rouille ordinaire. D'autres mamelons, beaucoup plus considérables (au moins de deux centimètres de saillie), étaient attachés, comme on l'a déjà dit, à des tiges de fer verticales plongées entièrement dans l'eau des citernes, et servant de support à un grillage. On a remarqué que ces derniers avaient une base très large, que leur surface était parfaitement arrondie, et qu'ils étaient plus épais dans leur partie inférieure que dans le haut : ce qui leur donnait d'une manière frappante l'aspect d'une larme où d'une coulée qui serait descendue le long de la tige; ils n'offraient point d'ailleurs une texture cloisonnée, ni des parties noires, cristallines, semblables à celles qui caractérisent les tubercules de l'intérieur des tuyaux; seulement, leur surface extérieure était composée d'une pellicule brune, foncée, plus dure que le reste. En enlevant ces mamelons, on a reconnu qu'au-dessous le fer avait éprouvé la même altération que la fonte; il était noir, friable, et se laissait facilement entamer avec le couteau. Traitées par les réactifs chimiques, les concrétions dont on vient de parler n'ont donné aucune trace de soufre; c'est une circonstance importante et qui confirme ce qui a été dit plus haut, que la présence de cette substance, dans l'intérieur des tuyaux, devait probablement être attribuée au mastic d'accum.

Les amas d'oxide qui se sont formés dans des tuyaux complètement isolés et plongés dans une eau presque stagnante, étaient extrêmement petits. Ce qu'ils offraient de plus remarquable, était leur réunion sur les arêtes, les plus basses de la paroi, disposition qui rappelait celle des tubercules dans la conduite.

Des faits ci-dessus, on déduit immédiatement les conséquences suivantes :

1°. La formation des tubercules n'est pas causée par une nature particulière de la fonte, puisque des tuyaux provenant de fonderies différentes, en ont été également couverts, et que le fer lui-même n'en a pas été exempt.

2°. Les tubercules ne peuvent pas non plus être attribués à une action galvanique résultant du contact de la fonte avec le plomb qui entre dans les assemblages, compensateurs, puisque des tuyaux non assemblés et des barres de fer tout-à-fait isolées ont présenté des concrétions analogues à celles qui se sont manifestées dans la conduite.

3°. La présence du soufre en quantité notable dans les obstructions indique que le mastic d'accum a contribué à les grossir, ce qui emporte l'idée d'un transport.

4°. L'hypothèse qui satisfait le mieux à tous les faits ci-dessus, et qui donne l'explication la plus simple de la formation des tubercules, est d'admettre que la fonte, s'étant oxidée par le contact de l'eau aérée, s'est recouverte d'une légère couche d'hydrate de fer, que cet hydrate n'a pas été précisément détaché des tuyaux pour être ensuite déposé irrégulièrement çà et là, mais qu'il a été poussé, et en quelque sorte *balayé* le long des parois, en obéissant à un double mouvement, l'un de bas en haut causé par la pesanteur, l'autre horizontal dû à l'action du courant. On conçoit qu'une aspérité un peu forte de la fonte a dû devenir un centre autour duquel se sont groupées et accumulées les particules d'oxide; un premier tubercule, dès qu'il a eu atteint une certaine

grosseur, a rompu le fil de l'eau, et a été la cause déterminante de plusieurs autres qui se sont formés à sa suite, et en quelque sorte sous sa protection : de là leur alignement si remarquable. L'oxide, tendant toujours à descendre, s'est réuni principalement dans la partie inférieure de la paroi, et a couvert un espace à peu près égal, soit à droite, soit à gauche de l'arête la plus basse. En général, sa disposition a dû être symétrique par rapport à cette arête, puisque les circonstances étaient les mêmes d'un côté et d'autre.

La formation des mamelons d'oxide de fer dans des tuyaux isolés, ou sur les barres de fer plongées dans les citernes, peut s'expliquer par un glissement semblable. Seulement, dans ce cas, la pesanteur paraît avoir été la force principale qui a déterminé le transport des molécules : le mouvement lent du liquide et son agitation n'ont fait que le favoriser. L'aspect de coulée que présentaient les gros mamelons attachés aux tiges de fer verticales confirme cette explication, et ne permet guères d'en douter, au moins pour eux en particulier. Un autre fait vient encore à l'appui (1) : une marmite en fonte pleine d'eau, et abandonnée à elle-même pendant long-temps, s'est tapissée d'une couche de rouille presque liquide, semblable à celle que l'on a observée sur les portions lisses de la conduite, mais parfaitement unie. Le niveau de l'eau était seulement marqué par une ligne d'oxide, un peu plus épaisse qu'ailleurs, et qui présentait quelques traînées extrêmement légères. Il est probable que si l'eau avait été douée de quelque mouvement, ces traînées auraient donné lieu à

(1) Cette expérience a été faite par M. Vicat.

la formation de mamelons irréguliers attachés à la paroi; celle-ci n'est restée unie que parce que l'eau était complètement stagnante.

Un seul fait semble d'abord échapper à la théorie précédente, c'est l'altération constante, soit du fer, soit de la fonte, au-dessous des tubercules. Mais ne peut-on pas dire que cette altération a été produite par le contact des tubercules eux-mêmes? On sait qu'une tache de rouille, quelque petite qu'elle soit, détermine la prompte oxidation des parties voisines. Il se produit alors une action galvanique qui s'accroît avec le volume de l'oxide, et qui devient assez forte pour décomposer l'eau. Dans le cas qui nous occupe, cette action a dû être très énergique, et il ne serait point étonnant qu'elle eût été la cause d'un changement de couleur et de dureté, et d'une altération profonde dans les parties de la fonte soumises à son influence.

MINÉRALOGIE.

(TRAVAUX DE 1833—1834.)

EXTRAITS.

1. *Cristallisation de la glace*; par SIR DAVID BREWSTER. (London and Edinburgh philosophical magazine, n°. 22. Avril 1834, p. 249.)

On a observé et décrit diverses formes cristallines de la glace, mais la forme primitive n'a pas encore été déterminée.

J'ai déjà montré depuis long-temps que la glace est douée de la double réfraction à un seul axe, d'où il suit que la forme primitive doit être un rhomboèdre ou un prisme droit à base carrée.

Des cristaux que j'ai recueillis, dans la matinée du 2 février, après une légère gelée, dans un bassin à l'abri de l'agitation de l'air, m'ont appris que la forme primitive est un rhomboèdre; ces cristaux affectaient la forme de la chaux carbonatée en rhomboèdre basé; malheureusement il m'a été impossible de déterminer, même grossièrement, l'angle du cristal, car on n'aurait pu transporter cette glace.

2. *Sur les fluides disséminés dans les cavités des minéraux*. (Journal of the Franklin institute, n°. 3, vol. 12, p. 213.)

Les cristaux examinés au microscope présentent, dans leur intérieur, des cavités nombreuses, quelquefois isolées, mais plus ordinairement ramifiées entre elles.

Le plus grand nombre de ces cavités contient deux fluides dont les propriétés sont remarquables.

Ces deux fluides sont transparens et incolores; ils existent en contact immédiat, dans chaque cavité, sans s'y mélanger.

Un de ces fluides est beaucoup plus volatil que l'eau; lorsqu'on le chauffe légèrement, il entre en ébullition; il se détache des parois auxquelles il était adhérent, et les cavités d'abord transparentes deviennent opaques. Chauffé à la température de 27° cent., il remplit complètement les cavités dans lesquelles il est disséminé, et celles-ci redeviennent transparentes.

Si l'on ouvre les cavités qui le renferment, le fluide volatil se répand sur la surface; il ne reste pas fixe comme les huiles, et ne s'évapore pas comme les fluides volatils: il prend une série de mouvemens, tantôt s'étendant sur la surface, tantôt se contractant en un globule. Quand il s'étend il devient opaque, et il se couvre d'anneaux irisés lorsqu'il se ramasse en un seul globule.

Après ces mouvemens qui cessent quelquefois en 10 minutes, le fluide disparaît soudainement, laissant un résidu qui, vu au microscope, paraît également fluide et doué, comme auparavant, de mouvemens de contraction et de dilatation, même encore après vingt jours. J'attribue ces phénomènes à l'humidité de la main et du microscope; le docteur Fleming a supposé qu'ils étaient dus à un animal du genre *planaria*.

Quand la cavité est restée ouverte un jour ou deux, le fluide le plus dense vient à la surface, et donne un globule résineux, transparent et jaune, qui absorbe l'humidité de l'air, mais en moins grande quantité que l'autre. Ce second fluide

n'est pas volatil; insoluble dans l'eau et l'alcool, il se dissout entièrement et avec effervescence dans les acides sulfurique, hydro-chlorique ou nitrique. Le résidu que laisse le fluide volatil est également soluble dans ces acides, mais sans effervescence. Les particules du fluide dense ont beaucoup d'affinité pour elles-mêmes et pour celles du fluide expansible; les molécules de ce dernier, au contraire, ont une faible affinité pour elles-mêmes, et se groupent en petits globules disséminés dans les plus grandes cavités. Ordinairement ce fluide ne se mêle point au fluide dense qui remplit les angles et les canaux étroits de communication.

Dans plusieurs cavités, j'ai trouvé des cristaux transparens nageant dans les fluides; dans les cristaux de topaze, ceux-ci sont rendus pâteux par le mélange d'une substance pulvérulente.

Quand les cavités qui renferment ces fluides sont loin de la surface, on peut chauffer le minéral sans danger. Dans les pierres qui renferment le fluide volatil, la chaleur du corps suffit quelquefois pour déterminer une explosion assez forte.

3. *Ilménite*; par H.-J. BROOKE. (Philosoph. Magaz., vol. x, p. 187.)

La forme primitive de l'ilménite est un prisme rhomboïdal droit, dont l'angle est de 136° 20'. La couleur est plus noire que celle du fer titané, et la surface des cristaux est quelquefois lisse et brillante. L'on n'a point observé de clivage. Sa cassure inégale est presque conchoïde et a l'éclat vitreux. Sa pesanteur spécifique est 5,43.

L'ilménite raie légèrement le verre; elle se

trouve au milieu de la cleavelandite où elle est accompagnée d'un fer titané rhomboédrique.

Elle provient d'Ilménie en Sibérie, où elle a été découverte par M. Menge. Elle a déjà été décrite par le professeur Kupffer, dans le 9^e. cahier des archives de Karsten pour 1827; mais sa cristallisation n'était pas connue.

Les cristaux que j'ai mesurés offrent les diverses modifications que représente la *fig. 5, Pl. VIII.*

Les angles de la forme primitive et des faces secondaires sont :

M sur M'	= 136° 20'	h sur e	= 104° 44'
M — e	= 133 10	e — e'	= 150 32
M — i	= 151 36	e — e''	= 101 10
M — h	= 111 50		

4. *OEschenite*; par J. BROOKE. (Philosoph. Magaz., vol. x, p. 189.)

Ce minéral, découvert en Sibérie par M. Menge, et pris d'abord par lui pour une gadolinite, a reçu son nom actuel de M. Berzélius. La *fig. 6, Pl. VIII*, représente un cristal de cette substance : les valeurs des angles sont :

M sur M'	= 127°	M sur e	= 169° 18'
M — h	= 116° 30'	h — c	= 143°

La pesanteur spécifique de l'oeschenite est 5,14. Il est intermédiaire pour la dureté entre l'apatite et le feldspath : sa couleur est le brun-jaunâtre, ce qui la distingue de la gadolinite.

5. *Sarcolite du Vésuve*; par J. BROOKE. (Philosoph. Magaz., vol. x, pag. 189.)

Ce minéral paraît avoir été observé pour la pre-

mière fois par Thomson, qui en envoya quelques cristaux à Haüy : d'après leur forme, celui-ci conjectura que ce minéral devait être une variété de l'analcime, parce qu'il supposa que la forme primitive était un cube. Depuis cette observation les minéraux nommés précédemment analcime rouge ont reçu le nom de sarcolite. L'examen que j'ai fait de deux cristaux du minéral du Vésuve m'a prouvé que sa forme primitive était un prisme droit à base carrée, dans lequel les longueurs des arêtes horizontale et verticale sont entre elles dans le rapport des nombres 62 à 65.

La *fig. 7, Pl. VIII*, présente la réunion des modifications à la forme primitive : les angles compris entre les divers plans ont les valeurs suivantes :

P sur a ₁	= 157° 19'
P — a ₂	= 128 33
P — d	= 90
P — c	= 138 25
M — b ₁	= 153 20
M — a ₂	= 123 34
M — b ₂	= 102 28
M — e	= 153 26
M — d	= 135

On peut remarquer que la facette b₂ se trouve seule sur chaque angle au lieu d'être accompagnée d'une facette située symétriquement de l'autre côté de la face c.

6. *Forme primitive de la wollastonite du Vésuve*; par J. BROOKE. (Philosoph. Magaz., vol. x, p. 191.)

La forme de la wollastonite du Vésuve, est un prisme rhomboïdal oblique : l'angle obtus du

parallélogramme qui forme la base du prisme est de $91^{\circ} 56'$, *fig. 8, Pl. VIII*. Les arêtes latérales et celles de la base de ce prisme sont environ dans le rapport de 40 à 25. Le cristal a des clivages parallèles aux faces P, a_1 , h , et c_1 . Les faces de clivage parallèles à h sont très-éclatantes, ainsi que celles qui sont parallèles aux faces du prisme. J'ai trouvé aux angles les valeurs suivantes : il est à remarquer que plusieurs des angles calculés se sont trouvés identiques avec les angles observés.

P sur a_1 = $159^{\circ} 30'$	P sur g' = $86^{\circ} 8'$
P — a_2 = $128 23$	P — e_1 = $145 7$
P — a_3 = $127 42$	P — e_2 = $133 43$
P — h = $110 12$	P — e_3 = $115 33$
P — f_1 = $132 55$	P — g = $95 52$
P — f_2 = $120 42$	M — M' = $95 38$
P — M = $104 48$	

La wollastonite présente des cristaux hémitropes dont les faces de jonction sont parallèles à la base du prisme.

Les cristaux de wollastonite sont rarement distincts et éclatans, ce qui apporte une grande difficulté à l'étude du système cristallin de ce minéral. Il paraît avoir été déjà décrit sous le nom de zurlonite ou zurlite.

7. *Mengite*; par J. BROOKE. (Philosoph. Magaz., vol. x, p. 189.)

La mengite se trouve en cristaux associés au feldspath compacte et au mica dans une roche granitique. Sa forme primitive est un prisme rhomboïdal oblique, dont les arêtes de la base sont

aux arêtes latérales dans le rapport de 13 à 18. Les angles du cristal représentés *fig. 9, Pl. VIII*, sont :

P sur M = 100°	P sur c = 125°
M — M' = $95^{\circ} 30'$	P — e = $137^{\circ} 30'$
P — a = $140^{\circ} 30'$	

La couleur de cette substance est le brun-rouge; sa dureté est intermédiaire entre celle de l'apatite et du feldspath; la pesanteur spécifique est de 4,88. Elle ne présente pas de clivage. La cassure est inégale et les faces de fracture sont mates. L'analyse n'en a pas encore été faite; mais le minéral contient sans doute, vu son poids, un oxide métallique. Quelquefois on trouve avec lui de l'oeschenite ou du zircon.

Ce minéral paraît le même que celui déjà décrit par Breithaupt (Schweigg. jahrb., tome LV, p. 301, 1829), sous le nom de ménazite.

La mengite a été découverte par M. Menge dans les environs de Miask.

8. *Sur la xanthite, nouveau minéral*. (American journal, n^o. 38.)

M. le docteur Thomson a le premier indiqué l'existence de ce nouveau minéral; il le décrit comme formé d'un assemblage de très petits grains ronds, gris-jaunâtre clair, peu adhérens, et que l'ongle peut séparer.

Ces grains sont translucides, quelques-uns même transparens : les grains vus au microscope présentent des indices de cristallisation et d'une texture lamelleuse. Leur pesanteur spécifique est de 3,201 : ils sont infusibles au chalumeau, même

avec addition de carbonate de soude. L'analyse a donné :

Silice.	0,3271
Chaux.	0,3631
Alumine.	0,1228
Protoxide de fer.	0,1200
Oxide de manganèse.	0,0368
Eau.	0,0060
	<hr/>
	0,9758

M. Mather a depuis trouvé la xanthite à Amity, dans le comté d'Orange, état de New-York. Elle y forme des masses lamelleuses dans la même roche qui a fourni les grains analysés par le docteur Thomson.

Ces masses sont fragiles, se brisent facilement en grains dont quelques-uns mènent par le clivage à des prismes de $\frac{1}{20}$ de pouce de diamètre.

Les clivages sont parallèles aux faces d'un prisme doublement oblique, *fig.* 10, *Pl. VIII*, dont les angles sont :

$$\begin{aligned} P \text{ sur } M &= 97^\circ 30' \\ P - T &= 94 \quad 00 \\ M - T &= 107 \quad 30 \end{aligned}$$

Taillée en plaques minces, la Xanthite jouit de la double réfraction.

Cette substance fond au chalumeau, sans addition et donne une perle verdâtre, translucide, légèrement attirable au barreau; avec le borax, elle donne un vert jaune lorsqu'il est chaud, et incolore après le refroidissement.

9. *Sur la monticellite nouvelle espèce minérale;* par J. BROOKE. (Philosoph. Magaz., vol. x, p. 265.)

Ce minéral provient du Vésuve; il est dissé-

miné au milieu de la chaux carbonatée, et il est associé à du mica noir et des petits cristaux d'augite. Ses cristaux peuvent au premier abord être pris pour du quartz. Leur couleur est généralement jaunâtre. Quelques-uns sont incolores et presque transparents. La forme est un prisme rhomboïdal droit de $132^\circ 54'$, dans lequel les arêtes de la base sont aux arêtes latérales environ comme 1 : 1,046. La dureté est intermédiaire entre celle de l'apatite et du feldspath; sa forme habituelle est un prisme à six faces, terminé aux deux extrémités par des pointemens à six faces, *fig.* 11, *Pl. VIII*; les angles de la forme primitive et des formes secondaires sont :

$$\begin{aligned} M \text{ sur } M' &= 132^\circ 54' & h \text{ sur } c &= 138^\circ 00' \\ M - e &= 145 \quad 00 & M - h &= 113 \quad 33 \\ e - e' &= 141 \quad 48 \end{aligned}$$

10. *Zoïsite;* par J. BROOKE. (Philosoph. Magaz., vol. x, p. 266.)

La zoïsite a été classée depuis Haiiy comme une variété particulière d'épidote; l'examen de petits cristaux basés a conduit M. Brooke à regarder ce minéral comme formant une espèce particulière : sa forme primitive est un prisme rhomboïdal oblique dont les angles se rapprochent beaucoup de ceux de l'eucalse, s'ils ne sont pas exactement les mêmes; comme l'eucalse, la zoïsite présente un clivage parallèle à la diagonale oblique.

L'identité de ces deux substances serait mise hors de doute, si à l'égalité des angles on pouvait joindre celle du rapport des dimensions de la forme primitive. Mais il faudrait pour cela avoir

pu mesurer rigoureusement les angles des faces terminales du prisme, ce qu'on n'a pu faire sur les cristaux observés. Le cristal est représenté *fig. 12, Pl. VIII*. Les angles ont les valeurs suivantes :

$$\begin{aligned} e, \text{ sur } a &= 123^{\circ} 30' \\ a - c &= 107 \quad 20 \\ b - c &= 121 \quad 55 \\ a - a' &= 145 \quad 20 \\ b - b' &= 116 \quad 30 \end{aligned}$$

11. *Sur la cristallisation du sulfate double de plomb et de cuivre*; par J. BROOKE. (Philosoph. Magaz., vol. x, p. 270.)

La forme de ce sulfate double est un prisme rhomboïdal oblique, dont les arêtes de la base sont aux arêtes latérales à peu près comme 19 est à 8. Les cristaux sont ordinairement très modifiés, et la base est remplacée par une infinité de facettes, dont les intersections sont parallèles à la petite diagonale; les faces primitives sont presque toujours indiquées par de simples trapèzes placés sur les arêtes verticales; les angles de la forme primitive et les principaux angles secondaires, *fi g 13, Pl. VIII*, ont pour valeur :

$$\begin{array}{ll} \text{P sur M} = 96^{\circ} 25' & \text{P sur } c_3 = 156^{\circ} 10' \\ \text{P} - h = 102 \quad 45 & \text{P} - c_4 = 151 \quad 40 \\ \text{P} - c_1 = 176 \quad 35 & \text{P} - c_2 = 129 \quad 40 \\ \text{P} - c_5 = 161 \quad 30 & \text{M} - \text{M}' = 61 \quad 00 \end{array}$$

Ce sel présente fréquemment des hémitropies dont le plan de jonction est parallèle à la face *h*. Les deux faces *P* se croisent alors sous un angle de $154^{\circ} 30'$.

12. *Observations sur l'ouralite*; par GUST. ROSE. (Ann. de Poggendorf, 1833.)

L'ouralite est une espèce minérale formée par la réunion de l'amphibole et du pyroxène. Je n'avais jusqu'ici indiqué qu'un seul gisement de cette substance, savoir les porphyres de l'Oural, dans lesquels les cristaux d'ouralite présentent à la fois la forme extérieure du pyroxène et le clivage de l'amphibole. J'ai reconnu dernièrement des cristaux ayant cette disposition.

1°. Dans le grunstein, ou porphyre pyroxénique du Tyrol, surtout dans les environs de Predazzo;

2°. Dans le grunstein de Mysore dans les Indes-Orientales;

3°. Avec l'épidote, le titanite, le zircon et la chaux carbonatée à Arendal en Norwège.

L'ouralite se trouve dans un grand nombre de localités empâtée dans les grunstein; mais d'après les observations faites jusqu'ici, ce minéral n'existe que dans ceux qui ne contiennent ni feldspath, ni albite, ou du moins dans lesquels ces deux substances ne sont pas nettement développées. Avec l'apparition de ces minéraux dans la roche, il semble que l'ouralite disparaît complètement et qu'elle est remplacée par l'amphibole.

13. *Sur la réunion du pyroxène et de l'amphibole en une seule espèce*; par M. GLOGER. (Schweig. jahrb.)

M. Gloger a examiné la question de la réunion en une seule espèce de l'amphibole et du pyroxène.

Il discute les raisons données par M. Gust. Rose en faveur de cette réunion et élève plusieurs objections, tirées principalement de la différence de structure des deux minéraux. Il se croit, en conséquence, autorisé à conclure : que l'identité des deux espèces en question n'a point lieu ; qu'il faut bien plutôt conserver aux deux substances, considérées comme deux genres différens, la place qu'elles occupaient jusqu'ici dans le système de classification ; mais, qu'à cause de leurs points de ressemblance, il faut les rapprocher le plus possible dans la famille à laquelle elles appartiennent toutes les deux.

14. *Recherches sur le spinelle et les minéraux de composition analogue* ; par M. HERMANN ABICH. (Ann. de Poggendorf, 1831.)

1°. *Spinelle.*

Il est certain que le spinelle était déjà regardé comme pierre précieuse dans des temps très reculés. On en faisait une espèce de rubis oriental. Romé de l'Isle le premier, au moyen de mesures précises d'angle, Klaproth, par des essais chimiques, et après lui Vauquelin, firent voir que le spinelle différait du rubis par sa forme cristalline et sa composition. Depuis le travail de MM. Berzélius et Hisinger sur le spinelle bleu, trouvé en 1817 en Suède, aucun travail n'a paru sur ce sujet.

La description donnée par le comte de Bournon, sur la position et le gisement du spinelle dans l'île de Ceylan, présente une grande analogie avec les détails donnés sur le spinelle bleu

trouvé à Aker en Norvège. Comme ce dernier, il se trouve ordinairement au milieu d'un calcaire à gros grains, pénétré d'un mica jaune de laiton, et passe par toutes les nuances de couleurs rouges : il en existe aussi de bleu clair et même d'incolore. Plus récemment, on a trouvé du spinelle rouge et bleu au Vésuve et aux environs du lac de Laach.

Lorsqu'on veut distinguer le spinelle au chalumeau, les meilleurs caractères sont tirés de la manière dont se comportent les petits morceaux à la flamme extérieure, et la poussière dans la dissolution de cobalt. Dans le premier cas, le rouge passe au violet, lequel disparaît par le refroidissement ; dans le deuxième, l'on obtient un bleu d'autant plus beau que la poussière était plus fine.

Malgré l'assertion de Vauquelin, l'acide sulfurique concentré dissout à peine le tiers du spinelle, réduit même en poudre impalpable ; l'acide muriatique l'attaque à peine ; l'acide nitrique n'exerce sur lui aucune action.

Klaproth, Vauquelin, Berzélius et Hisinger ont donné les analyses suivantes de spinelle :

ÉLÉMENTS DU SPINELLE.	KLAPROTH.	VAUQUELIN.	BERZÉLIUS ET HISINGER.
Alumine	0,7450	0,8600	0,7225
Silice	0,1550	»	0,0548
Magnésie	0,0825	0,0850	0,1463
Oxide de fer	0,0150	»	0,0426
Chaux	0,0075	»	»
Acide chromique	»	0,0525	»
Totaux	1,0050	0,9975	0,9662

Voici maintenant les résultats de mes analyses :

ÉLÉMENTS DU SPINELLE.	SPINELLE BLEU D'AKER.	SPINELLE ROUGE DE CEYLAN.
Silice	0,0225	0,0202
Alumine	0,6895	0,6901
Magnésie	0,2572	0,2621
Oxide de fer	0,0348	0,0071
Traces de manganèse	"	"
Oxidule de chrome	"	0,0110
Totaux	1,0040	0,9905

2°. Pléonaste.

Cette substance, que Romé de l'Isle observa le premier au milieu de minéraux venus de Ceylan, fut nommée par lui ceylanite. Plus tard, Haüy en fit d'abord une espèce distincte sous le nom de pléonaste, à cause des faces supplémentaires. Mais ayant reconnu ces faces dans un spinelle rouge, il reconnut le minéral pour une variété noire de spinelle, ce que confirmèrent les recherches de Collet Descotils et autres.

Les pléonastes donnent en général une poussière verte : ils se trouvent souvent mêlés de mica. A Ceylan, où ils se rencontrent associés au spinelle rouge, on les trouve si intimement mêlés dans une localité de cette île, qu'ils présentent l'aspect d'une roche compacte. C'est cette sorte de pléonaste que le comte de Bournon a nommée candite.

Infusibilité complète au chalumeau. Dissolution dans le borax et le sel de phosphore en un vert ferrugineux. L'action des acides est la même sur le pléonaste que sur le spinelle, mais beaucoup moins énergique.

Collet Descotils, Laugier et C.-G. Gmelin ont donné pour l'analyse du minéral de Ceylan :

ÉLÉMENTS DU PLÉONASTE.	DESCOTILS.	LAUGIER.	C.-G. GMELIN.
Silice	0,02	0,020	0,0315
Alumine	0,68	2,650	0,5720
Magnésie	0,12	0,130	0,1824
Oxide de fer	0,16	0,165	0,2051
Chaux	"	0,020	"
Totaux	0,98	0,985	0,9010

Voici maintenant les résultats de quatre analyses que j'ai faites sur autant de pléonastes de diverses localités.

ÉLÉMENTS DU PLÉONASTE.	OURAL (1).	MONZONI (2).	VÉSUYE (3).	ISERWIESE (4).
Silice	0,0250	0,0123	0,0238	0,0170
Alumine	0,6527	0,6889	0,6746	0,5966
Magnésie	0,1758	0,2261	0,2594	0,1770
Oxidule de fer	0,1397	0,0807	0,0506	0,1929
Oxidule de chrome	"	"	"	0,0073
Totaux	0,9932	0,9980	1,0084	0,9917

(1) Ce pléonaste se trouve dans ce pays, au milieu d'une gehlenite compacte qui le pénètre intimement. Les cristaux soumis à l'analyse ont été extraits de cette roche, et séparés avec soin des lames de mica qui les accompagnent.

(2) Ce pléonaste, quoique implanté dans une gehlenite compacte, peut s'en détacher par le cassage en cristaux très nets et très bien formés, sur lesquels l'analyse a été faite.

(3) Les cristaux analysés se trouvaient au milieu d'une masse fragile composée de feldspath vitreux, de chaux carbonatée et de néphéline, et parsemée d'oxide de fer magnétique cristallisé.

(4) Dans ce lieu, le pléonaste se présente en fragmens roulés sous forme de cristaux arrondis. Il se distingue des variétés précédentes par une plus grande dureté: la cassure est conchoïde, son éclat est fortement vitreux. La poussière est d'un brun noir, elle devient violette après qu'on l'a fait rougir.

3°. *Gahnite.*

Ce minéral, trouvé en 1808 dans les mines de Fahlun par Gahn, fut d'abord rangé, à cause de ses propriétés physiques, parmi les pierres précieuses: il en fit d'abord une espèce particulière sous le nom d'automalite; mais Haüy en devina la nature, et ses recherches mirent bientôt hors de doute la convenance qu'il y avait de la réunir au spinelle, dont il n'est qu'une variété verte.

La gahnite ressemble beaucoup au pléonaste pour les caractères extérieurs, quoique sa poussière soit d'un gris verdâtre plus clair. Le meilleur moyen de la distinguer est l'essai au chalumeau: sa poussière n'est dissoute que très difficilement et en petite quantité par le borax et le sel de phosphore. En la chauffant un moment à la flamme extérieure avec de la soude, on a une masse spongieuse, noire, et l'oxide de zinc est réduit. La gahnite se comporte avec les acides comme le pléonaste.

Ekeberg et Vauquelin ont donné les analyses suivantes de gahnite:

ÉLÉMENTS DE LA GAHNITE.	EKEBERG.	VAUQUELIN.
Alumine.	0,6000	0,42
Silice.	0,0475	0,04
Oxide de zinc.	0,2425	0,28
Oxide de fer.	0,0925	0,05
Traces de manganèse et de chaux. . .	0,0175	"
Soufre	"	0,17
Résidu	"	0,01
Totaux.	1,0000	0,97

La matière que Vauquelin a soumise à l'analyse était évidemment souillée de galène ou de blende.

J'ai analysé deux variétés de gahnite qui m'ont donné les résultats suivans:

ÉLÉMENTS DE LA GAHNITE.	FÄHLUN (1).	AMÉRIQUE (2).
Silice.	0,0384	0,0122
Alumine.	0,5514	0,5709
Magnésie.	0,0525	0,0222
Oxide de fer.	0,0585	0,0455
Oxide de zinc.	0,3002	0,3480
Traces de manganèse.	"	"
Totaux.	1,0010	0,9988

(1) Les cristaux que j'ai analysés étaient purs et bien déterminés: ils avaient été séparés du talc lamelleux dans lequel ils sont empâtés.

(2) Cette variété de gahnite se trouve toujours dans une roche composée de quartz, d'amphibole, de spath calcaire et d'albite. Les cristaux, remarquables par leur grosseur, leur éclat et leur couleur vert d'herbe, donnent une poussière blanc verdâtre.

4°. *Fer chromé.*

Dès que Vauquelin eut découvert le chrome dans le plomb rouge, il reconnut sa présence dans le fer chromé, trouvé à l'état amorphe en Sibérie et en France. Laugier fit voir le premier que le chrome y était, non pas à l'état d'acide chromique, mais bien à l'état d'oxide.

Le fer chromé se trouve, mais très rarement, cristallisé en petits octaèdres. Pour le distinguer alors du fer magnétique, on n'a qu'à le fondre au chalumeau avec du borax ou du sel de phosphore, qu'il colore en brun vert d'émeraude, ou avec de la soude qui donne avec lui une masse spongieuse jaune.

J'ai trouvé dans deux variétés de fer chromé de Baltimore,

ÉLÉMENTS DU FER CHROMÉ.	FER CHROMÉ DE BALTIMORE.	
	amorphe (1).	cristallisé (2).
Silice	0,0083	"
Alumine	0,1385	0,1185
Oxidule de chrome	0,5491	0,6004
Oxidule de fer	0,1897	0,2013
Magnésie	0,0996	0,0745
Totaux	0,9852	0,9947

(1) Cette variété de fer chromé est ordinairement accompagnée de talc rougeâtre qu'on en sépare facilement. On pulvérise ce minéral au mortier d'acier.

(2) Les cristaux de cette variété de fer chromé étaient très petits. Ils agissaient sur l'aiguille ai-

mantée, mais seulement avant d'être chauffés au rouge. On les a préalablement débarrassés de l'oxide de fer qui les accompagne, par des digestions répétées avec l'acide muriatique.

5°. *Franklinite.*

Cette substance a été découverte par M. Berthier, au milieu de minéraux zincifères trouvés dans la grauwacke, dans le New-Jersey (États-Unis). Elle reste magnétique, même après avoir été chauffée au rouge, et se distingue du fer magnétique par les caractères suivans : la raclure en est brune; un fragment exposé, dans des pinces de platine, à la plus forte action de la flamme extérieure, se met tout à coup à luire avec un grand éclat, et à lancer autour de lui de petites étincelles comme le fer qu'on brûle dans l'oxygène : l'on peut même apercevoir, à sa surface, de petites soufflures. Le minéral est réduit sur le charbon en une masse spongieuse noire. Le sel de phosphore l'attaque avec un faible boursoufflement, et donne un vert gris jaunâtre, devenant légèrement laiteux. Le borax le dissout mieux et donne un vert rouge; devenant brun par le refroidissement. La soude ne le dissout qu'avec peine, même lorsqu'il est en poudre. En le chauffant avec la soude sur une feuille de platine, on constate la présence du manganèse. Chauffé long-temps sur le charbon à la flamme intérieure, il donne des fumées blanches de zinc.

L'acide muriatique dissout la franklinite à l'aide de la chaleur, et en dégage une forte quantité de chlore. L'acide nitrique, ainsi que l'acide sulfurique, ne l'attaquent que très difficilement.

M. Berthier indique :

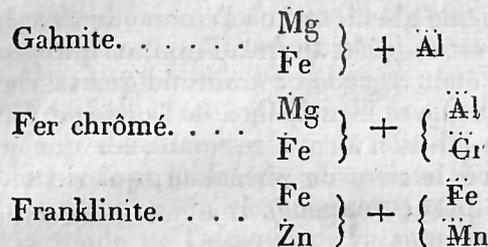
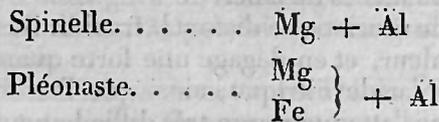
Oxide de fer.	0,66
Oxide de manganèse.	0,16
Oxide de zinc.	0,17
	<hr/>
	0,99

Après avoir séparé soigneusement les grains cristallins de l'oxide de zinc qui les accompagne ordinairement, j'y ai trouvé :

Silice.	0,0040	
Alumine.	0,0073	
Oxide de fer.	0,6888	} 0,4754 oxide de fer. 0,2134 oxidule de fer.
Oxid. de mang.	0,1632	
Oxidé de zinc.	0,1081	
	<hr/>	
	0,9714	

Mais comme le manganèse doit s'y trouver à l'état de peroxide, il faut remplacer les 0,1632 d'oxidule par 0,1817 de peroxide.

Les divers élémens dont se composent les minéraux qu'on vient de décrire peuvent se ranger en deux classes, dont l'une comprend l'alumine, l'oxide de chrome, le peroxide de fer et le peroxide de manganèse, tandis que l'autre comprend la magnésie, l'oxidule de fer et l'oxide de zinc. Les oxides compris dans chaque série sont, comme on voit, isomorphes entr'eux; les quantités d'oxigène contenues dans la somme des oxides de chaque série sont d'ailleurs dans le rapport de 1 à 3., en sorte qu'on peut établir aisément les formules suivantes:



Si l'on remarque que l'oxide de fer magnétique a pour formule $Fe + Fe$, on en conclura qu'il peut, ainsi que ces minéraux, être compris dans la formule générale $R R$.

15. *Phénakite, nouvelle espèce minérale*, par NORDENSKOLD. (Annales de Poggendorf, 1833; t. XXVIII, p. 420.)

La phénakite cristallise en rhomboèdres aplatis qui ressemblent assez par leur forme aux cristaux de spath calcaire, si abondans aux environs de Freyberg. L'angle du rhomboèdre est très-obtus: d'après des mesures prises par le goniomètre d'application, cet angle serait d'environ 114° . Les cristaux de phénakite sont incolores, plus durs que le quartz et inattaquables par les acides.

D'après l'analyse de cette substance, par Hartwall, sa composition est représentée par la formule $Be Si^2$.

Au chalumeau, la phénakite est infusible sans addition; elle fond, mais avec difficulté, quand on la mélange avec du borax, et du sel de phosphore.

Cette substance a été trouvée en Sibérie dans

le même gisement que l'émeraude avec laquelle elle est associée. Jusqu'à l'examen que j'en ai fait elle était regardée comme du quartz rhomboédrique, avec lequel elle a de l'analogie. C'est pour faire allusion à cette ressemblance que je lui ai donné le nom de phénakite, qui vient du mot grec $\varphi\epsilon\nu\alpha\kappa\acute{\iota}\varsigma$ (trompeur).

16. *Sur les caractères et le gisement du diaspore dans l'Oural*, par le doct. K. G. FIEDLER. (Ann. de Poggendorf, 1832, n°. 6.)

Les lames minces de diaspore sont blanchâtres, translucides et quelquefois transparentes; mais elles paraissent rouge-brun ou rouge, quand on regarde à travers, parce que toutes les faces se trouvent recouvertes d'un mince enduit de fer oxidé rouge; on trouve également le diaspore à l'état compacte et en masses rayonnées, lamelleuses, colorées en jaune d'ocre par un enduit ferrugineux.

La variété lamelleuse possède un clivage très facile, parallèlement à l'axe d'un prisme rhomboïdal dans la direction de la grande diagonale, et un second clivage moins net dans le sens de la petite.

La pesanteur spécifique du diaspore est 3,46. Il a l'éclat vitreux; il est cassant et gras dans la cassure. On trouve associés avec le diaspore une substance d'un vert-noirâtre et du mica verdâtre en tables à 6 faces.

Chauffé dans une cornue, le diaspore décrépité avec une grande violence, et se réduit en petits feuillets blancs très minces, dont les faces sont enduites de fer oxidé. Au commencement il se

dégage peu d'eau, mais quand on le chauffe jusqu'au rouge, il en fournit une quantité notable.

Il décrépité à la flamme d'une bougie; au chalumeau il devient blanc opaque. Il ne fond ni dans les pincettes de platine, ni sur le charbon.

Avec le borax et le sel de phosphore, il fond très difficilement en un verre incolore et transparent; la soude ne l'attaque ni en morceaux, ni en poussière; il ne donne aucune trace d'acide phosphorique par la dissolution de cobalt. Il a été trouvé par M. Fiedler dans des carrières de marbre, situées à quelques verstes de Kosöibrod. Il provient d'un filon pauvre qui contient de l'hématite brune et dans lequel on observe un autre petit filon d'un pouce un quart d'épaisseur, presque entièrement composé de diaspore.

17. *Pyrophyllite, nouvelle espèce minérale*; par le doct. K. G. FIEDLER. (Ann. de Poggendorf, 1832, n°. 6.)

Cette substance forme des boules composées de fibres rayonnées et divergentes, tantôt isolées dans les géodes d'une masse quartzreuse tantôt groupées sur ce quartz. Dans quelques circonstances, on observe que les fibres se terminent à leur extrémité en pointes prismatiques, comme cela est habituel dans la mésotype. Plus ordinairement elle est un peu lamelleuse comme la stilbite.

La couleur du pyrophyllite varie du vert d'herbe au vert de gris; cette couleur est d'autant plus vive que le quartz qui l'entoure est plus pur. Dans l'air et dans l'eau le minéral perd sa couleur et devient blanchâtre; son éclat est nacré; les lames

minces sont transparentes; sa poussière est blanche. La pesanteur spécifique varie de 2,7 à 2,8. Le nom du minéral est tiré de la manière remarquable dont il se comporte au chalumeau. A la flamme d'une bougie, une lame déjà mince s'exfolie rapidement, occupe un volume beaucoup plus grand; elle devient blanc de neige, opaque, prend l'éclat soyeux, et se compose d'un faisceau de filets très minces. Au chalumeau, le minéral donne en outre une lumière blanche phosphorique. Les faisceaux de fils se soudent ensemble par la pointe à une forte température. Avec le borax, on fond facilement les fragmens déjà exfoliés en un verre transparent, vert de fer pâle, et qui, par le refroidissement, devient presque incolore.

La soude donne, mais avec peine, une masse vitreuse, opaque, blanc verdâtre. Le pyrophyllite a été trouvé à une verste et demie au-delà du pont de Blagodad, dans des fouilles anciennes, près de Beresow.

18. *Alun sodique*; par THOMSON. (Annales de New-York.)

Cet alun paraît cristalliser sous la forme prismatique; il forme ordinairement de petites veines fibreuses blanches analogues au gypse; il a été trouvé à Saint-Jean, dans l'Amérique méridionale, dans un schiste d'un noir bleuâtre, analogue au schiste carbonifère.

Sa pesanteur spécifique est de 1,88.

L'alun sodique se dissout beaucoup plus rapidement dans l'eau que l'alun ordinaire. Il est composé de :

EXTRAITS.

Acide sulfurique.	0,377
Alumine.	0,124
Soude.	0,075
Eau.	0,424
	<hr/>
	1,000

19. *Carbonate de plomb zincifère*; par M. C. Kersten. (Jahrbuch, 1833, 3^e cahier, page 335.)

Cette substance provient de Monte Poxi, près d'Iglesias en Sardaigne. Elle est en petits cristaux, confusément groupés, légèrement arrondis, blancs et translucides.

La dureté est celle du spath calcaire.

Sa pesanteur spécifique est de 5,9.

Elle contient :

Carbonate de plomb avec traces de	
chlorure de plomb.	0,9210
Carbonate de zinc.	0,0702
	<hr/>
	0,9912

Les cristaux forment une pellicule drusique sur une roche quartzreuse.

20. *Grenat blanc de Tellemarken*. (Jahrbuch, 1833, 3^e cahier, page 335.)

La roche intéressante qui contient l'idocrase cuprifère et le thulite, est en outre accompagnée d'un grenat remarquable par sa limpidité et sa couleur blanche.

Ce grenat dont l'éclat est gras et la cassure unie, est cristallisé en dodécaèdres rhomboïdaux.

Sa pesanteur spécifique est de 3,515.

M. le comte Trolle-Wachtmeister a trouvé qu'il est composé de :

Silice.	0,3960
Alumine.	0,2120
Chaux.	0,3230
Oxidule de manganèse.	0,0315
Oxide de fer.	0,0200
	<hr/>
	0,9825

Le fer n'est donc pas un élément essentiel des grenats : il peut même disparaître complètement pour faire place à d'autres bases.

21. *Sur le mélanochroïte*; par R. Hermann. (Annales de Poggendorf, tome xxviii.)

Ce nouveau minéral trouvé dans le voisinage de Beresow dans l'Oural, est disséminé sur une gangue calcaire, où il est accompagné de vauquelinite, de plomb phosphaté, de quartz et de galène. La couleur en est rouge et tient le milieu entre le cochenille et l'hyacinthe; elle devient d'un jaune orangé quand la substance s'altère. Le mélanochroïte est compacte, ou cristallisé en petites prismes rhomboïdaux entrecroisés.

Il a un éclat un peu gras; il est translucide sur les bords. Sa poussière est d'un rouge de brique. Il est très mou, peu cassant, mais se clive facilement.

Sa pesanteur spécifique est de 5,75.

Au chalumeau, il fond sans addition; sur le charbon, il donne une masse foncée, qui prend une structure cristalline en refroidissant; dans la flamme réduisante, il se décompose en oxidule

de chrome et en globules de plomb métallique; avec un fondant, il donne une perle verte.

Le mélanochroïte a pour composition chimique :

Oxide de plomb . . .	0,7669
Acide chromique. . .	0,2331
	<hr/>
	1,0000

Le mélanochroïte se distingue du plomb chromaté par sa couleur plus foncée, sa cristallisation, son faible éclat, sa raclure d'un rouge brique et par sa plus faible densité. Chimiquement, il diffère du plomb chromaté, en ce qu'il ne décrépité pas par la chaleur, et surtout par son faible contenu en acide chromique.

22. *Litharge naturelle du Mexique*. (Neues Jahrbuch, 1^{er} cahier 1833, p. 73.)

Ce minéral a été trouvé dans les ravins des volcans à demi éteints du Popocatepetl et de l'Itacictualt, près de Mexico.

Il est entièrement semblable à la litharge que l'on obtient dans les fourneaux d'affinage. Sa composition est analogue, il est probable qu'il est dû à l'action de la chaleur volcanique sur des minerais plombifères.

23. *Sur la cristallisation du plagionite, nouveau minéral d'antimoine*, par Gust. Rose. (Annales de Poggendorf, 1833; t. xxviii, page 421.)

Les cristaux du plagionite appartiennent au cinquième système cristallin (prismatique rectangulaire oblique de BEUDANT) : ils sont représen-

tés, *Pl. VIII, fig. 14*. Si l'on prend les faces o et o' , qui appartiennent à un octaèdre, pour la forme primitive, alors les faces a sont les troncatures des angles antérieurs; ces faces sont parallèles au plan des deux axes b et c . Les faces c , parallèles au plan des deux axes a et b , sont les troncatures des angles culminans, et les faces $2o$ sont les faces antérieures d'un octaèdre, dont la hauteur est double de celle de l'octaèdre primitif.

Le rapport des axes de la forme primitive est :

$$a : b : c :: 1 : 0,88 : 0,37$$

L'inclinaison des axes c et $a = 107^{\circ} 32'$.

L'inclinaison de c sur $a = 107^{\circ} 32'$ *

$c - o$	$= 154^{\circ} 20'$
$c - 2o$	$= 138^{\circ} 52'$ *
$c - o'$	$= 149^{\circ} 00'$
$o - o'$	$= 142^{\circ} 03'$
$2o - 2o$	$= 120^{\circ} 49'$ *
$o' - o'$	$= 134^{\circ} 30'$
$c - \frac{o}{o}$	$= 162^{\circ} 23'$
$c - \frac{2o}{2o}$	$= 150^{\circ} 01'$
$c - \frac{o'}{o'}$	$= 158^{\circ} 21'$

Les faces c seules sont unies et très-éclatantes; les autres sont, ordinairement striées. Les cristaux sont assez facilement clivables, parallèlement aux faces $2o$; cependant les faces, mises à découvert par le clivage, sont imparfaitement unies.

C'est à raison de cette circonstance, et par suite des stries que présentent ces cristaux, qu'il n'a pas été possible de mesurer les angles avec une grande exactitude. Les valeurs données plus haut ne doivent donc être considérées que comme des approximations. Les angles marqués d'un asté-

risque ont été seuls mesurés; les autres ont été calculés, ainsi que le rapport des axes dans la forme primitive; les plans de clivage ont servi à la mesure des angles des faces $2o$.

Les cristaux tapissent des géodes; ils sont implantés sur la substance en masse, et sur des cristaux de quartz. Le plagionite compacte a une cassure conchoïde.

M. Gustave Rose a proposé de donner à ce minéral le nom de plagionite (de *πλαγιος*, oblique) à cause de sa forme oblique et de l'inclinaison de ses axes.

M. Henri Rose a fait l'analyse du plagionite: il y a trouvé :

Plomb	0,4052
Antimoine . .	0,3794
Soufre	0,2153
	<hr style="width: 100%;"/>
	0,9999

C'est donc une combinaison de sulfure de plomb et de sulfure d'antimoine. Les proportions du soufre, dans les deux sulfures, sont entre elles dans le rapport de 1 à $2\frac{1}{4}$. La composition de ce minéral serait d'après cela représentée par la formule



M. Henri Rose, à qui ce rapport avait paru peu naturel, a répété l'analyse; mais il a retrouvé, à très peu près, les mêmes résultats.

Outre le sulfure simple d'antimoine, on trouve donc dans les filons d'antimoine de Wolfsberg un grand nombre de combinaisons de sulfure d'antimoine et de sulfure de plomb en diverses proportions, savoir :

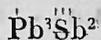
pour la Zinkenite. . . $\text{Pb}^{\text{III}}\text{Sb}$

Plagionite. . . $\text{Pb}^{\text{IV}}\text{Sb}^3$

Federerz. . . $\text{Pb}^{\text{II}}\text{Sb}$

Bourmonite. . . $\text{Cu}^{\text{III}}\text{Sb} + 2\text{Pb}^{\text{III}}\text{Sb}$

Les deux premières espèces n'ont été rencontrées jusqu'à présent qu'au Wolfsberg; les suivantes l'ont été aussi dans diverses autres localités. Outre ces combinaisons de sulfure de plomb et de sulfure d'antimoine, on connaît encore une combinaison semblable : c'est la jamesonite, substance qui provient du Cornouailles. Sa formule est, d'après l'analyse de M. Henri Rose,



24. *Cristallisation du fer métallique*, par WAHLER (Annales de Poggendorf, 1832.)

Des plaques de fonte de deux pouces d'épaisseur, qui entraient dans la construction d'un haut-fourneau, étaient devenues entièrement lamelleuses et brillantes par l'action continue de la chaleur. Le clivage que présentaient les plaques était parfaitement rectangulaire; la percussion en détacha en outre des cubes très nets, dont plusieurs avaient plus d'un pouce de diamètre, et qui possédaient eux-mêmes un clivage aussi parfait que la galène.

On sait aussi que la fonte se recouvre, dans quelques circonstances, de cristaux octaédres, de sorte qu'il paraît certain que la cristallisation du

fer métallique appartient au système régulier, comme celle de tous les métaux natifs.

25. *Fer oxidulé magnésien* (*Magnesisches eisenerz*, ou *talkeisenerz*), par A. BREITHAUPT. (Jahrbuch, 6^e. livraison, 1833.)

Ce nouveau minéral de fer a été trouvé dans l'Amérique septentrionale, accompagné du spinelle uranifère. Il est en gros octaédres imparfaits, portant des tronçatures sur leurs arêtes. Ces cristaux ont un clivage triple, peu net, qui mène au cube. Leur cassure est inégale et légèrement conchoïde.

Cette substance possède un éclat demi-métalloïde. Elle est d'un gris noir très foncé; elle est légèrement magnétique.

Sa pesanteur spécifique est 4,418 à 4,420.

Au chalumeau, elle est infusible sans addition; avec le borax, elle se comporte comme le titanate de fer.

Des essais par la voie humide ont appris que cette variété de fer oxidulé est composée

d'oxidule noir de fer,
d'une grande quantité de magnésie,
d'une quantité notable d'acide titanique,
et d'un peu d'alumine.

26. *Cuivre arseniaté bleu*. (Jahrbuch, 1^{er}. cahier, 1833, p. 73.)

Le cuivre arseniaté bleu en octaédres obtus, qui provient des mines de Cornouailles, contient, d'après l'analyse du comte Trolle Wachtmeister, les élémens suivans :

Eau	0,2224
Oxide de cuivre.	0,3519
Alumine.	0,0803
Oxide de fer.	0,0341
Acide arsenique.	0,2079
Acide phosphorique.	0,0361
Silice.	0,0404
Silice et quartz	0,0295
	<hr/>
	1,0026

27. *Sur le danaïte, nouveau minéral de fer et de cobalt*, par A. HAYER. (Amer. Journ., vol. 4, page 386.)

Ce minéral, découvert depuis quelques années en Franconie, affecte la forme du cobalt arsenical. Une analyse récente a appris qu'il devait être considéré comme une espèce nouvelle.

Le danaïte est d'un gris métallique, très brillant, à cassure unie; sa densité est 6,214; il donne une odeur arsenicale, même par le choc du briquet.

Sa composition est

Soufre.	0,1784
Arsenic.	0,4144
Fer	0,3294
Cobalt.	0,0645
Partie venant du mortier.	0,0101
Perte.	0,0032
	<hr/>
	1,0000

En divisant la perte, proportionnellement aux divers élémens qui entrent dans la composition du danaïte, on peut l'exprimer ainsi en proportions définies :

Bi-arseniure de fer.	0,5713
Sulfure de fer	0,2906
Bi-sulfure de cobalt.	0,1365
	<hr/>
	0,9984

J'ai proposé de donner le nom de *danaïte* à cette substance, en l'honneur du professeur J. Dana, auquel la science est redevable de travaux intéressans.

28. *Hypochlorite (Grüneisen-Erde de Schneeberg)*; par G. SCHULER. (Schweigger-Seidel's neues Jahrbuch, tome VI.)

Ce minéral forme une couche superficielle sur du schiste argileux. Il est associé avec du bismuth natif, du cobalt arsenical, de l'arsenic sulfuré et du quartz. Sa texture est feuilletée, cependant sa cassure est plutôt compacte que schisteuse. Il a un léger éclat vitreux, sa couleur est un vert serin plus ou moins foncé; il est plus ou moins translucide.

Sa pesanteur spécifique est de 2,935 à 3,045.

L'analyse de l'hypochlorite a donné :

Silice	0,5024
Argile.	0,1465
Oxide de bismuth.	0,1308
Protoxide de fer	0,1054
Acide phosphorique.	0,0962
Manganèse	une trace.
	<hr/>
	0,9813

Cette composition montre que cette substance est essentiellement différente du fer sous-phosphaté du pays de Siegen.

29. *Gisement des diamans en Sibérie*. (Revue encyclopédique, t. XIV, page 460.)

L'existence des diamans dans les sables aurifères de la Sibérie est maintenant confirmée. Le pro-

mier fut trouvé à Biszer, le 22 juin 1827, sur la partie occidentale de l'Oural, dans les lavages d'or qui appartiennent au comte Polier. On en recueillit plusieurs autres les jours suivans.

Le professeur d'Engelhard avait déjà remarqué, depuis long-temps, que le sable de platine de Bigny Toura, appartenant aux domaines de la couronne, était mélangé, comme celui du Brésil, de paillettes d'or, de fer oxidé brun, de jaspe, et d'une multitude de pierres microscopiques de diverses couleurs, analogues à celles qui accompagnent les diamans au Brésil. Il avait conclu de cette identité qu'il était probable qu'on trouverait des diamans dans les sables de la Sibérie, comme dans ceux de l'Amérique. M. de Humboldt confirma, lors de son voyage dans l'Oural, l'analogie indiquée par M. le professeur d'Engelhard; les présomptions de ces deux savans engagèrent le gouvernement à faire faire des recherches exactes, qui amenèrent bientôt la découverte des diamans.

30. *Sur le graphite de Ceylan, et sur plusieurs autres graphites*, par J. PRINSEP. (Calcutta gleanings of science et Journal d'Edimbourg, 1832.)

Le graphite de Ceylan n'est connu que depuis 5 ou 6 ans; il se présente en très grande abondance, en morceaux dont la grosseur varie depuis celle d'une noisette jusqu'à un diamètre de plusieurs pouces. Ces morceaux sont empâtés dans le gneiss. Les Indigènes n'en font aucun usage. La régence anglaise le reçoit comme impôt, et la compagnie de Borrowdale pourrait concevoir des craintes pour son entreprise si ce graphite était

importé en plus grande quantité.

L'examen de diverses variétés de graphite m'a donné :

DÉSIGNATION DU GRAPHITE.	Eau.	Carbone.	Fer.	Silice.	Alumine.	Chaux.
1. Graphite anglais, première qualité	0,027	0,534	0,079	»	»	0,360
2. — des monts Hymala.	»	0,716	0,050	0,150	»	0,084
3. — de Ceylan.	»	0,628	0,054	0,210	0,093	0,002
4. Graphite impur de Ceylan	»	0,628	»	»	»	0,372
5 — trié grossièrement	»	0,815	»	»	»	0,185
6. — ; cristaux choisis avec soin	»	0,940	»	»	»	0,060
7 <i>Id.</i>	»	0,989	»	»	»	0,012

Ces analyses viennent confirmer l'opinion de Karsten, qui pense que le graphite n'est qu'une modification du carbone, mélangée accidentellement de matières étrangères.

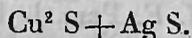
31. *Description d'une impression de feuille sur galène*, par M. F. PERL de Freyberg. (Jahrbuch, 1833.)

Dans les formations houillères de Zwickau, en Saxe, l'on trouve au-dessus des couches mêmes de houille, dans l'argile schisteuse qui en forme le toit, de nombreux rognons d'une substance nommée sphærosidérite argileuse. Les rognons, de forme aplatie, contiennent ordinairement de la pyrite, et quelquefois de la galène. J'ai trouvé un de ces rognons, dans lequel la galène présentait l'empreinte d'une feuille. L'aspect extérieur de cette galène est semblable à celui de la galène fondue : la partie qui porte l'empreinte

de la feuille, possède très sensiblement le clivage cubique. Malheureusement il manque une partie de la feuille; néanmoins les caractères que présente la portion existante, ont une si grande analogie avec ceux des feuilles de *neuropteris*, que je crois devoir rapporter la plante à ce genre.

32. *Sur la forme cristalline du silberkupferglanz* (Stromeyerine, Beud.) *et sur le poids atomique de l'argent*, par G. ROSE. (Ann. de Poggend., 1833, p. 427.)

Le silberkupferglanz fut décrit pour la première fois par Bournon, et depuis par Hausmann et Stromeyer. Ce dernier trouva que ce minéral était un composé double de cuivre et d'argent, combinés l'un et l'autre avec le soufre dans les mêmes rapports que le cuivre sulfuré et l'argent sulfuré; qu'en outre il contenait un atome de chacun de ces sulfures, en sorte que sa composition pouvait être représentée par la formule :



Le minéral étudié par ces trois savans provient de Schlangenberg, dans l'Altaï, la seule localité que l'on connût jusqu'ici pour ce minéral : il ne s'y trouve point cristallisé, mais en masses amorphes remplissant de petits filons dans le hornstein. J'ai eu occasion d'observer d'autres variétés du silberkupferglanz, notamment celle qui a été découverte à Rudelstadt en Silésie, et qui cristallise sous la forme représentée, *Pl. VIII, fig. 15*. Ces cristaux sont des prismes à 6 faces, dont les angles diffèrent peu de l'angle de l'hexagone régulier, et qui présentent à leur base des fa-

cettes formant, avec les faces du prisme, des angles d'environ 116° . Il est impossible de mesurer les angles exactement, cependant on peut reconnaître avec certitude que ce minéral présente la forme du cuivre sulfuré, laquelle, suivant Mohs, n'appartient pas au système prismatique régulier; deux des angles du prisme ont, pour valeur, $119^\circ 35'$, tandis que les quatre autres sont de $120^\circ 12' \frac{1}{2}$. Les facettes $\frac{1}{4}$ forment, avec les faces correspondantes g du prisme, un angle de $115^\circ 50'$, tandis que l'angle des faces $\frac{f}{2}$ et b n'est que de $115^\circ 48'$.

On ne peut donc douter que le silberkupferglanz de Rudelstadt ne soit isomorphe avec le cuivre sulfuré : il résulte d'ailleurs, des analyses qui ont été faites dans le laboratoire de mon frère, que le premier est complètement identique pour la composition chimique avec le minéral de Schlangenberg. Mais si le silberkupferglanz et le cuivre sulfuré sont isomorphes, il en résulte que le sulfure de cuivre, $\text{Cu}^2 \text{S}$ et le sulfure d'argent Ag S , sont dans le même cas. Mon frère, après ses analyses de cuivres gris et de polybasites, était déjà arrivé à cette conclusion, en prouvant que dans ces minéraux le cuivre et l'argent se suppléaient réciproquement.

Toutefois, comme l'argent sulfuré se présente ordinairement sous la forme de cristaux appartenant au système régulier, il faut en conclure que les deux sulfures ont la propriété, dans certaines circonstances, de prendre des formes incompatibles, et qu'ainsi dans la nature ils offrent ordinairement un exemple de dimorphisme : dans

le fait, l'argent et le cuivre sulfurés ne se présentent guères dans les mêmes lieux, en sorte qu'on peut dire que ces deux substances ont été formées en général dans des circonstances différentes. On ne peut douter au reste que le sulfure de cuivre ne prenne quelquefois la forme de sulfure d'argent : on obtient en effet des octaèdres réguliers, en combinant directement le cuivre avec le soufre; en fondant le cuivre sulfuré naturel dans un creuset de Hesse, il se produit quelquefois des cristaux de même forme; enfin, mon frère a observé les mêmes octaèdres réguliers dans la fabrique de produits chimiques de Nusdorf, près de Vienne, où l'on prépare en grand le sulfure de cuivre pour la fabrication du sulfate de cuivre.

En résumé, un grand nombre d'observations prouvent que les sulfures de cuivre et d'argent se remplacent réciproquement dans plusieurs circonstances, et que le sulfure de cuivre Cu S prend souvent la forme de l'argent sulfuré, comme le sulfure d'argent Ag S celle du cuivre sulfuré. De là résulte que le poids de l'atome de l'argent doit être divisé par 2, et que la composition chimique de l'argent sulfuré doit être représentée par la formule Ag S , afin que ce corps contienne le même nombre d'atomes que son isomorphe Cu S .

33. *Sur les combinaisons cristallisées d'osmium et d'iridium qui se rencontrent dans l'Oural*, par G. ROSE. (Ann. de Poggend., tome xxix, page 452.)

On trouve, dans les sables aurifères de l'Oural deux composés différents d'osmium et d'iridium, dont M. Berzelius fera bientôt connaître la compo-

sition chimique. Je ne décrirai ici que les caractères minéralogiques de ces deux variétés :

Osmiure d'iridium de Newiansk.

Il se trouve en fragmens et en cristaux; ceux-ci ont la forme indiquée par la *figure 16* de la *Pl. VIII*; ils résultent de la combinaison de la double pyramide à 6 faces $r r'$, avec le prisme droit hexagonal g , et les faces terminales c de ce prisme. Les inclinaisons réciproques des diverses faces ont les valeurs suivantes :

$$r \text{ sur } r' = 124^\circ. \dots (\text{calculé}).$$

$$r - r = 127^\circ, 36'. \dots (\text{calculé}).$$

$$r - c = 188. \dots (\text{mesuré}).$$

$$r - g = 152. \dots (\text{calculé}).$$

Ainsi que cela est indiqué, il n'a été possible de mesurer directement que l'angle compris entre r et c ; de plus, l'éclat et le poli de ces deux faces étant très faibles, cet angle, et par suite tous les autres, ne peuvent être regardés que comme approximatifs. Souvent les faces r et r' manquent, et les cristaux ne sont alors que des prismes à 6 faces très aplatis. Dans tous les cas, la face du prisme est toujours très dominante. Les cristaux se clivent parallèlement à cette dernière : les faces de clivage assez difficiles à obtenir, sont bien unies.

Ce minéral a un éclat métallique et une couleur d'un bleu d'étain, un peu plus sombre que celle de l'antimoine natif. Il a à peu près la dureté du quartz; sa pesanteur spécifique, dans deux expériences, a été trouvée de 19,386 (l'eau étant à $12^\circ 3 \text{ R.}$) et 19,471 (l'eau à 9° R.). Exposé sur le charbon, au dard du chalumeau, il ne se décompose pas, et ne donne pas la plus légère odeur

d'osmium; dans le matras avec le salpêtre, on obtient une très faible odeur d'osmium, et une masse fondue de couleur verte après le refroidissement. Il ne se dissout pas dans le sel de phosphore; enfin, par voie humide, il n'est pas attaqué davantage, même à chaud, par l'eau régale.

Ce minéral se rencontre dans le sable aurifère de Newiansk, à 95 verstes au nord de Katharinenburg. Le platine lui est quelquefois associé, mais en petite quantité. On le trouve encore à Bilimbajewsk, à Kyschim, et dans plusieurs autres localités de l'Oural.

Osmiure d'iridium de Nischne Tagil.

Les cristaux de cette variété ont la même forme et les mêmes angles que les précédens : les angles sont également difficiles à mesurer exactement; toutefois, je n'ai point observé à cet égard de différence notable entre les deux variétés; les cristaux se clivent avec la même facilité, parallèlement à la base du prisme : ils ont souvent 10 $\frac{1}{2}$ ligne de diamètre.

La couleur, très-distincte de celle que possède l'autre variété, est le gris bleuâtre, analogue à celui de l'antimoine sulfuré : la dureté est la même, mais la pesanteur spécifique est beaucoup plus considérable; plusieurs expériences ont donné 21,118 (la température de l'eau étant 13° R.).

Exposé au dard du chalumeau sur le charbon, ce minéral ne fond pas, mais il perd son éclat, devient noirâtre, et laisse dégager une odeur pénétrante d'osmium qui irrite fortement les yeux. Lorsqu'on le porte avec la pince de platine dans la flamme d'alcool, il la rend très brillante et la colore en rouge jaunâtre.

On trouve ce minéral dans le sable platinifère de Nische Tagil : il n'est jamais associé à l'or, et, à ce qu'il paraît, ne se rencontre que très rarement dans la contrée. J'ai trié sur les lieux mêmes, au milieu d'une grande quantité de platine, les cristaux que j'ai rapportés.

Les deux combinaisons d'osmium et d'iridium que je viens de décrire, ayant la même forme cristalline, la conjecture faite par Berzelius, sur l'isomorphisme des deux métaux, se trouve par là confirmée. Selon toute vraisemblance, les deux métaux ont eux-mêmes la même forme que leurs combinaisons, et se comportent aussi réciproquement comme l'or et l'argent. La variété de Nischne-Tagil, qui contient plus d'osmium que celle de Newiansk, ayant une pesanteur spécifique plus grande que cette dernière, il en résulte que l'osmium pur est plus lourd que l'iridium, et, par suite, que ses combinaisons avec ce métal. L'osmium doit donc avoir une pesanteur spécifique plus grande que 21,118.

Le nombre 10, que Berzelius a donné pour la pesanteur spécifique de l'osmium, est par conséquent beaucoup trop faible. Cette erreur est due sans doute à ce que Berzelius n'a opéré que sur une très petite quantité d'osmium qui n'avait pas le maximum de compacité.

34. *Description de la Junckérite ou Fer carbonaté prismatique, nouvelle espèce minérale; par M. DUFRÉNOY, ingénieur des mines.*

Le fer carbonaté cristallise en rhomboédres dont l'angle est de 107°. Les différens cristaux

secondaires de cette substance se déduisent facilement de la forme primitive que nous venons d'indiquer ; on sait en outre que le fer spathique, variété lamelleuse de fer carbonaté, présente constamment un clivage triple qui conduit au rhomboèdre de 107° . La cristallisation de cette substance est du même genre que celle de la chaux carbonatée, et il n'existe qu'une légère différence entre les angles de ces deux carbonates long-temps confondus ensemble, même par le fondateur de la minéralogie cristallographique. La substance dont je vais donner la description est composée des mêmes élémens que le fer carbonaté, mais sa forme dérive d'un prisme rhomboïdal droit sous l'angle de $108^\circ 26'$. Ces cristaux présentent par conséquent une anomalie avec la cristallisation ordinaire du fer carbonaté ; d'un autre côté, ils offrent un rapprochement remarquable avec la forme de l'aragonite qui est également un prisme rhomboïdal droit. On peut donc regarder les cristaux de junckérite comme représentant l'aragonite du fer, et, sous ce rapport, cette substance est d'un grand intérêt minéralogique, parce qu'en nous fournissant un nouvel exemple de dimorphisme, elle nous permet de hasarder quelques conjectures sur les lois qui régissent cette propriété remarquable des corps.

Les cristaux de junckérite sont des octaèdres rectangulaires dont les faces, arrondies à la manière des cristaux de diamant, sont presque égales ; la surface des cristaux est matte, circonstance qui, jointe à la convexité des faces, ne permet pas de mesurer les angles de cette substance ; mais la junckérite possède trois clivages qui dévoilent sa forme primitive ; ils sont tous trois mi-

roitans et faciles à mesurer ; deux clivages sont parallèles aux plans diagonaux de l'octaèdre sous lequel se présente la junckérite, et forment entre eux un angle de $108^\circ 26'$; le troisième est perpendiculaire à l'axe de ce même octaèdre ; ils conduisent par conséquent à un prisme droit rhomboïdal sous l'angle de $108^\circ 26'$.

Les deux clivages verticaux sont très faciles, et je les ai observés dans tous les cristaux de junckérite ; je n'ai, au contraire, obtenu que très rarement le troisième. Cette différence tient peut-être à la petitesse des cristaux, qui ont au plus 2 millimètres de longueur.

La junckérite est d'un gris jaunâtre assez analogue à la couleur de certaines variétés de scheelin calcaire ; un grand nombre des cristaux que je possède sont recouverts d'une pellicule ocreuse due à l'altération de leur surface, mais ces mêmes cristaux ont une cassure éclatante et très nette.

Cette substance raie facilement la chaux carbonatée ; elle est rayée par la chaux phosphatée et attaquable par tous les acides à l'aide d'une légère chaleur.

Au chalumeau, elle donne avec le borax un verre transparent d'un vert jaunâtre, qui devient brun quand on met une forte proportion de matière.

Sa pesanteur spécifique est 3,815.

La junckérite a été trouvée à la mine de Poul-laouen (Finistère), dans une galerie de recherche ouverte dans le puits *Kœnig*. Elle tapisse des petites veines quartzeuses qui traversent la grauwacke dans laquelle le puits est pratiqué. M. Paillete, sous-directeur de l'établissement de

Poullaouen, auquel nous devons la découverte de ces cristaux, leur a donné le nom de *junckérite*, en l'honneur du directeur, M. Juncker, qui a préservé ces mines d'une ruine certaine, par les nombreuses améliorations qu'il y a introduites. L'une des principales est l'établissement d'une machine à colonne d'eau, dont la puissance a permis de pénétrer jusqu'au fond des travaux de la mine du Huelgoat et de porter l'exploitation dans un champ vierge.

Analyse. — La forme cristalline de la *junckérite* et son aspect extérieur m'ayant fait présumer que cette substance pouvait être du scheelin calcaire, j'ai fait une première analyse en attaquant cette substance par l'acide nitrique concentré; la quantité de matière sur laquelle j'avais opéré étant très petite, fut bientôt évaporée à siccité, et je m'aperçus alors que la substance contenait une grande quantité de fer; néanmoins, toujours persuadé qu'il devait y avoir de l'acide tungstique dans la substance, je fis digérer successivement sur le résidu de l'alcool à 40° et de l'ammoniaque. L'alcool devait dissoudre les nitrates de chaux et de magnésie, et l'ammoniaque se combiner avec l'acide tungstique. Je trouvai par ce moyen une petite quantité de magnésie.

J'ai repris le fer par l'acide hydrochlorique; cette opération a laissé un résidu blanc qui était de la silice; j'ai précipité le fer par de l'hydrosulfate d'ammoniaque, afin de m'assurer s'il existait encore un peu de magnésie avec le fer. Effectivement j'en ai trouvé une petite quantité. N'ayant à ma disposition qu'environ un gramme de substance, j'ai fait cette première analyse sur 05,628.

Elle m'a donné :

Oxide rouge de fer.	0,3760	
Silice.	0,0510	
Magnésie { dans l'alcool. 0,0090	} 0,0215	
{ dans l'hydrosulfate. 0,0125		
		0,4485

La perte considérable que présente cette analyse m'a fait penser que la *junckérite* contenait un corps volatil; d'après le rapport qui existe entre l'oxide de fer et la perte, je présumai que ce devait être de l'acide carbonique. Je fis une seconde analyse sur 05,401, et pour constater cette présomption, j'attaquai la substance dans un tube que j'étirai à la lampe; j'y introduisis ensuite de l'eau régale par absorption par le même procédé qui sert à introduire les liquides dans les tubes thermométriques, et je disposai l'appareil de manière à recueillir l'acide carbonique dans de l'eau de baryte; aussitôt que la liqueur fut échauffée au moyen d'une lampe à l'esprit-de-vin, il y eut effervescence, et il se déposa du carbonate de baryte. L'effervescence était très vive, je craignis d'éprouver quelque perte par déjection, et je ne continuai pas à recueillir l'acide carbonique.

Après avoir fait bouillir quelque temps la substance avec l'eau régale, il resta un résidu blanc pesant 05,0675 composé de silice non attaquée et de silice gélatineuse.

Je précipitai le fer par l'ammoniaque, j'obtins 05,214 de peroxide.

La liqueur ne donna aucune trace de chaux par l'oxalate d'ammoniaque, mais le phosphate de soude y produisit un précipité correspondant à 05,015 de magnésie.

Enfin je reconnus, au moyen de l'acide acétique et l'hydrosulfate d'ammoniaque, que le fer était parfaitement pur.

Il résulte évidemment de cette seconde analyse que la junckérite est un carbonate de fer; la comparaison de la perte et de l'acide carbonique nécessaire pour saturer le protoxide de fer montre que, malgré sa forme anomale, cette substance contient les mêmes proportions de base et d'acide que le fer spathique.

Je vais transcrire ces deux analyses en transformant le peroxide de fer en protoxide, et en rétablissant l'acide carbonique correspondant.

	I ^{re} . ANALYSE.		II ^e . ANALYSE.	
	POUR 057,6280.	POUR 100.	POUR 057,401.	POUR 100.
Protoxide de fer. . .	0,3375	0,536	0,1922	0,479
Acide carbonique . .	0,2115	0,335	0,1204	0,300
Silice.	0,0510	0,081	0,0675	0,168
Magnésic	0,0215	0,037	0,0150	0,039
Pertb.	0,0065	0,011	0,0059	0,014
Totaux	0,6280	1,000	0,4010	1,000

La seconde analyse présente beaucoup plus de silice que la première, ce qui tient à ce que j'avais choisi pour cette première opération les cristaux les plus purs. Mais quelques soins qu'on apporte à les trier, il est impossible de séparer complètement la gangue à laquelle ils adhèrent. La silice non attaquée, que j'ai trouvée dans la seconde analyse, indique qu'une partie était à l'état de quartz; tandis que l'autre était combinée avec la silice. Effectivement, quand on étudie la gangue, on

remarque que les cristaux de fer carbonaté sont adhérens à du quartz hyalin, et que la grauwake qui la renferme est magnésienne.

Observations. — La plupart des carbonates cristallisent en rhomboédre; les carbonates qui n'affectent point cette forme, comme le carbonate de baryte, le carbonate de strontiane, le carbonate de plomb, etc., possèdent un système cristallin analogue à l'aragonite. L'analogie conduit donc à supposer que nous ne connaissons qu'une des formes de ces carbonates, et que, si jamais on rencontrait la seconde, elle devrait appartenir au système rhomboédrique. La découverte de la junckérite vient appuyer cette supposition, en fournissant un second exemple d'un carbonate d'une composition bien déterminée, qui se présente à la fois sous la forme rhomboédrique et sous celle d'un prisme droit rectangulaire.

On remarquera en outre que la forme primitive du plomb carbonaté est un prisme droit rhomboïdal sous l'angle de 117° , forme qui ne diffère de celle de l'aragonite que de 50 à 55 minutes; mais le plomb sulfocarbonaté de Leadhill en Ecosse, décrit par M. Brooke, cristallise en rhomboédres dont l'angle est de $107^{\circ} 30'$. Si on admettait que cette combinaison n'est pas une substance particulière, mais seulement un carbonate de plomb, mélangé de sulfate de plomb, supposition très plausible, parce que ces deux élémens ne sont pas en proportions définies, et que l'on connaît plusieurs mélanges semblables, on aurait le troisième exemple de carbonate présentant le dimorphisme; il y aurait en outre cela de remarquable, que les mêmes rapprochemens entre

les angles des carbonates rhomboédriques $105^{\circ} 5'$, 107° , $107^{\circ} 30'$, se retrouveraient dans des carbonates en prismes rhomboïdaux droits, $116^{\circ} 5'$, 117° , 118° . On pourrait donc supposer que les deux formes que présentent les substances douées de dimorphisme sont liées entre elles par une loi, comme les deux racines d'une équation du second degré, et que l'une étant connue, l'autre s'en déduirait nécessairement : le prisme rhomboïdal serait, d'après le peu d'exemples que nous possédons, la forme correspondante au rhomboèdre. Peut-être pourrait-on indiquer, comme des exemples de la présomption que j'émetts, le fer oligiste dont on indique des cristaux octaèdres, et la fonte qui cristallise tantôt en octaèdres, tantôt en rhomboèdres. Je cite ces deux dernières substances avec doute, parce que je ne connais pas les angles du fer oligiste octaèdre, et qu'on ne sait pas si la fonte rhomboédrique présente la même composition que la fonte qui affecte la forme octaèdre.

Je ferai remarquer en outre que la pesanteur spécifique de l'aragonite est un peu plus considérable que la pesanteur spécifique de la chaux carbonatée, 2,9 au lieu de 2,7; la pesanteur spécifique du fer carbonaté prismatique est de 3,8, tandis que celle du fer spathique est de 3,6. Il paraîtrait, d'après ces deux exemples, que lorsque les molécules se groupent de manière à affecter la forme prismatique, elles se condensent plus fortement que lorsqu'elles se réunissent pour former des rhomboèdres.

MÉMOIRE

Sur les travaux qui ont été exécutés dans le département de la Meurthe pour la recherche et l'exploitation du sel gemme.

Par M. J. LEVALLOIS, ingénieur en chef des mines.

Suite et fin (1).

§ III. *Emploi du sel.*

On a vu plus haut qu'un triage se fait dans les galeries pour séparer le sel blanc du sel gris. Ces deux qualités subissent après leur sortie de la mine des manipulations différentes. La première, après avoir été soumise à un second triage, est pulvérisée et livrée au commerce, sans autre préparation, sous le nom de *sel égrugé*. La seconde, qui n'est pas assez pure pour cet usage, est *lessivée* pour porter à la saturation les eaux de l'ancienne source, et ces eaux sont ensuite évaporées pour former le *sel raffiné*. Mais comme les chaudières ou *poêles* dans lesquelles s'opère l'évaporation; comme les réservoirs ou *baissoirs*, dans lesquels on conserve les approvisionnements d'eau, étaient créés dès long-temps, il a fallu subordonner à leur position celle du *lessivoir* lequel, d'après le conseil de M. Clément, a été établi à $10^m,50$ au-dessus du sol (*voir la Pl. IV, fig. 1*), niveau à partir duquel l'eau saturée n'a plus qu'à descen-

(1) Cet article termine l'ensemble du mémoire, dont les trois premières parties ont été publiées tome IV, pages 35 et 321, et dans le présent volume, page 119.

dre par son propre poids, et sans réclamer par conséquent l'intervention d'aucune machine. C'est par suite de cette disposition que nous avons été conduits à prolonger, ainsi que je l'ai dit précédemment, les puits au-dessus du sol, jusqu'au troisième étage du bâtiment. En même temps nous avons établi une place de déchargement au premier étage, pour rendre aussi plus commode le service de l'atelier d'égrugeage.

Nous allons parler successivement de la fabrication des deux espèces de sels.

Sel égrugé.

Le sel destiné à l'égrugeage est donc déchargé au premier étage. De là il est roulé à quelques pas dans la salle de triage, où des enfans armés de petits marteaux le cassent pour en séparer encore les parties impures, et le réduire au volume d'un œuf environ. Ces parties impures sont remontées au troisième étage pour le lessivoir : elles forment communément les deux cinquièmes du tout. Le sel trié est roulé un peu plus loin jusqu'au moulin.

Ce moulin ressemble à ceux dans lesquels on moud le café : il consiste en un bassin ayant la forme d'un cône tronqué posé sur sa petite base, dans lequel tourne une pièce aussi conique (la noix), mais dont la grande base correspond au contraire à la petite du bassin. L'une et l'autre pièce sont armées de dents et de lames cannelées en acier, entre lesquelles le sel est broyé. Le bassin porté 0^m,67 de diamètre à son orifice lequel se trouve établi au niveau du point de déchargement et de la salle de triage. Le sel sortant du moulin est reçu sur un crible où il se sépare en deux grains : le plus gros est repassé dans un second moulin de même espèce que le premier, mais plus petit et plus serré, d'où il sort enfin

avec le grain que demande le commerce, celui d'un sable très ténu. Après ces diverses manipulations, le sel, si le triage a été fait avec soin, est d'un beau blanc, mais toujours beaucoup plus mat que le sel raffiné. Le sel gris égrugé se rapprocherait, quant à la couleur, de certains sels des marais salans de l'ouest.

Ce sel est absolument anhydre, tandis que les sels d'évaporation renferment toujours, comme on sait, une plus ou moins grande quantité d'eau mécaniquement interposée ; même après un très long séjour en magasin. Il présente en outre sur ces derniers un autre avantage, c'est qu'il est bien moins sujet à couler, ce qui tient à ce que, comme on l'a vu plus haut, il ne renferme point du tout de chlorure de magnésium.

Les deux moulins sont mus par un manège à engrenages attelé de quatre chevaux ; on y passe 50 quintaux en sept heures.

La quantité de sel égrugé vendue jusqu'à ce jour s'élève à 80,151 quintaux, savoir

	POUR la cuisine.	POUR les produits chimiques.	TOTAL.
En 1828,	1732	650	2382
En 1829,	9233	2486	11719
En 1830,	17420	1213	18633
En 1831,	15948		15948
En 1832,	15730	400	16130
En 1833,	15321		15321
Total général.	75393	4758	80151

Par où l'on voit que la consommation s'est à peu près réglée entre quinze et seize mille quintaux, et que le maximum n'a été qu'à dix-huit.

Prix
de revient

Consommation
et
débouchés.

Lessivoir

Les principaux débouchés de ce sel sont les départemens de la Côte-d'Or, de Saône-et-Loire, de l'Yonne, de la Haute-Marne, de la Marne, de l'Aube et des Ardennes; Paris et enfin la Prusse rhénane.

Prix
de revient

Le sel égrugé revient à 1 fr. le quintal, savoir :

Valeur du sel brut.	0 ^f ,50 c.
Main-d'œuvre du triage.	0, 22
Main-d'œuvre de l'égrugeage.	0, 07
Location des chevaux.	0, 15
Entretien.	0, 02
Frais de surveillance.	0, 04
	1 ^f ,00

et ce prix ne paraît guère susceptible de réduction.

Sel raffiné.

Le sel sortant du puits, concassé, comme il a été dit, en morceaux de la grosseur du poing, est immédiatement jeté dans le lessivoir, dans lequel on fait arriver en même temps l'eau de la source salée (à 14 degrés et demi), élevée à ce niveau, au moyen de la roue hydraulique dont j'ai déjà parlé en commençant, ainsi que l'eau saturée de la mine.

Lessivoir.

Ce lessivoir consiste en une capacité en bois de 14 mètres de longueur sur 7 mètres de largeur et 2 mètres de profondeur, divisée en douze compartimens, dont chacun peut contenir vingt-cinq tonnes de sel. La lixiviation s'opère sans aucune manipulation, si ce n'est celle qui consiste à faire arriver à propos l'eau faible dans telle ou telle case, à faire partir l'eau forte de telle ou telle autre, suivant les règles générales de ces sortes d'opérations; et, en outre, à jeter hors de ces cases les résidus insolubles qui s'y amassent. L'eau qui sort du lessivoir est saturée, ou à très peu près,

car elle marque habituellement 25 degrés à l'aéromètre. On consomme 51 kilogrammes de sel gemme par quintal de sel brut, ou 54 par quintal de sel marchand.

Le sel dont on a le plus d'intérêt à débarrasser les eaux salées avant de les soumettre à l'évaporation, c'est le chlorure de magnésium. Le moyen découvert par Grenn (1), et proposé il y a trente ans par M. Berthier pour la saline de Moutiers (2) a été appliqué ici par M. Clément. Il consiste, comme on sait, à traiter l'eau par un lait de chaux. Ici on fait ce lait dans l'eau même de la source, avant qu'elle ne se déverse dans le lessivoir.

La réaction de la chaux a pour effet de précipiter la magnésie et d'éliminer en même temps le sulfate de soude, par suite de la double-décomposition qui s'opère entre ce dernier et le chlorure de calcium. Mais il faut pour cela que l'eau salée contienne le sulfate de soude et le chlorure de magnésium dans la proportion d'un atome à un atome, ou de 89 à 60, et alors la quantité de chaux à employer est aussi d'un atome ou de 36. Si ces proportions n'existent pas, il restera une partie de l'un des deux sels.

Or, si l'on se reporte à l'analyse de l'eau de la source que j'ai donnée au commencement de cette seconde partie, on reconnaîtra que le chlorure de magnésium y est en excès; mais si l'on a égard à ce que le sel gemme contient, d'après les analyses de M. Berthier, 0,02 de sulfate de soude, il est facile de se rendre compte que ce dernier sel doit

(1) *Journal des Mines*, tome V, page 163.

(2) *Journal des Mines*, tome XXII, page 201.

être, dans l'eau saturée, en quantité plus que suffisante pour qu'on puisse précipiter toute la magnésie. La quantité de chaux nécessaire pour cela serait à peu près de 0,25 pour 100 d'eau, ou de 1 pour 100 de sel fabriqué supposé parfaitement sec. Mais comme l'eau est à peine capable de dissoudre la moitié de cette chaux, et qu'ainsi elle ne peut admettre l'autre moitié qu'en suspension, il arrive qu'une portion de celle-ci se dépose sur le sel sans avoir agi, ne faisant, au contraire, que porter obstacle à la lixiviation; et qu'en dernière analyse, on n'obtient pas la précipitation entière des sels magnésiens qui se concentrent dans les eaux-mères pendant la cuite. Et pourtant il reste aussi du sulfate de soude dans l'eau, comme je l'ai reconnu par l'analyse d'un *schlot*, que j'ai trouvé composé comme il suit :

Sulfate de chaux.	0,154
Sulfate de soude.	0,234
Sulfate de magnésie.	0,007
Chlorure de magnésium.	0,003
Chlorure de sodium.	0,602

On obtiendrait sans doute un résultat plus complet du traitement par la chaux, si on avait assez de réservoirs à sa disposition pour ne la faire agir que sur l'eau déjà sortie du lessivoir.

L'eau forte, quoiqu'à peu près saturée de sel, renferme encore du sulfate de chaux, comme le prouve l'analyse ci-dessus rapportée. Ce sulfate y est aussi dissous à saturation; car les moindres circonstances suffisent pour déterminer sa cristallisation. En effet, un flocon d'étoupe suspendu dans cette eau s'y recouvre de cristaux qui ont près d'un

millimètre d'épaisseur sur 7 à 8 de longueur. Ce sont des prismes hexagonaux symétriques terminés par deux biseaux; fréquemment accolés par leurs faces latérales de manière à présenter un angle rentrant à l'une de leurs terminaisons. Un effet analogue se produit dans les conduites que parcourt l'eau saturée en sortant du lessivoir. Dans l'espace de moins de deux ans, celles-ci se sont trouvées tapissées de ces mêmes cristaux sur une épaisseur de 15 millimètres, de telle sorte que leur produit était sensiblement diminué. Ici ces cristaux étaient beaucoup plus gros; ils étaient implantés normalement à la surface du tuyau et reliés par un peu de carbonate de chaux. Cet effet n'a pas lieu dans les conduites de l'eau de la source.

L'eau saturée s'écoule dans des réservoirs en bois dits *baissoirs*, qui servent à alimenter les différens ateliers d'évaporation. Les chaudières dans lesquelles s'effectue cette évaporation, et qui portent, en général, dans les salines le nom de *poêles*, sont formées avec des platines de fer de 5 millimètres d'épaisseur. Ces platines qui sont carrées et ont 0^m,5 de côté sont assemblées suivant la méthode bavaroise qui a été décrite dans plusieurs ouvrages. Les poêles ont 0^m,5 de profondeur; elles sont enveloppées d'une charpente légère assez surbaissée, qui porte à sa partie supérieure des tuyaux pour l'évacuation des vapeurs. Avant l'emploi des eaux saturées chaque atelier d'évaporation comportait essentiellement trois poêles, l'une pour la concentration, l'autre pour le *schlotage* et la troisième pour la cristallisation. Aujourd'hui il n'y en a plus qu'une, et cependant on *schlotte* encore; mais, comme on doit le pressen-

Évaporation.

tir, la quantité de schlot est fort petite au prix de ce qu'elle était lorsqu'on n'employait que les eaux de la source, sans les avoir d'ailleurs traitées par la chaux. La quantité d'eaux-mères est aussi beaucoup moins considérable. Le sel est déposé, à mesure qu'on le retire des poêles, sur des plans inclinés où il s'égoutte. De là il est roulé dans les magasins, et ce n'est qu'après y avoir séjourné de trois à six mois qu'il est livré au commerce. Le déchet qu'il éprouve dans ce séjour est de 5 à 6 pour 100.

Les dimensions des poêles et le mode de construction des fourneaux sont des élémens qui varient dans chaque saline, soit en France, soit en Allemagne; et il serait fort difficile de dire *à priori* quel est le système qui doit être préféré entre tous. Cela serait même encore difficile à dire par l'examen des résultats, lesquels ne sont pas, le plus souvent, comparables entre eux; soit parce que les eaux diffèrent de degré ou de composition, soit parce qu'on ne connaît pas la valeur calorifique relative des différens combustibles, soit enfin parce que le sel produit est évalué dans des états divers de dessiccation.

Le système proposé par Loysel (1), et qui consiste en une série de petites poêles ayant exactement la largeur du foyer, et disposées tout le long de l'intervalle compris entre celui-ci et la cheminée, a été essayé à Dieuze, mais sans succès, quoiqu'il parût assez rationnel. Aujourd'hui même les poêles que l'on emploie sont loin d'être de dimensions uniformes. Ainsi leur largeur varie de 4 mètres à 12 mètres, et leur surface de 110 à 220 mètres carrés.

(1) *Journal des Mines*, tome III, n°. 13, page 19.

On fabrique à Dieuze, selon les demandes du commerce, des sels dont les grains sont plus ou moins gros, c'est-à-dire dont la formation est plus ou moins précipitée. Toutefois, la fabrication courante consiste principalement en sels de quatre-vingt-seize et de quarante-huit heures, et pour la majeure partie encore en sel de quarante-huit heures. On fait aussi, sous le nom de *fin fin*, du sel dont la cristallisation est incessamment troublée, et que l'on obtient ainsi d'une manière continue. Le produit par jour d'un mètre carré de surface de poêle est de 13 kilogrammes en sel de quatre-vingt-seize heures. En sel de quarante-huit heures, ce produit est justement le double, et en sel *fin fin* il va jusqu'à 180 kilogrammes.

La consommation de houille par quintal de sel, pesé à la sortie des talus d'épuration, varie entre 38 et 44 kilogrammes, et, comme on doit le prévoir, elle est d'autant plus grande que le sel est à grains plus gros. Terme moyen, on peut porter cette consommation à 40^k,5 ou à 43^k par quintal de sel marchand. Avant qu'on ne traitât des eaux saturées, cette consommation n'était jamais descendue au-dessous de 90 kilogrammes par quintal de sel marchand : différence, 47 kilogrammes.

L'introduction de la houille à la saline de Dieuze date des dernières années du dernier siècle. Auparavant on n'y brûlait que du bois, et on en a brûlé concurremment avec de la houille jusqu'en 1825. Depuis cette époque, c'est le combustible minéral seul qui y est employé. On le tire des mines du pays de Sarrebruck, et il coûte, rendu à la saline, 2^f,35 le quintal.

Le prix de revient est maintenant de 1^f,90 par quintal de sel marchand, en n'ayant égard, bien

Prix
de revient.

entendu, qu'aux frais de production immédiate.

Avantages
de
l'exploitation
du sel gemme.

On a fait dans plusieurs écrits des appréciations diverses de la valeur de la mine de sel gemme, mais elles étaient toutes fondées sur des considérations plus ou moins vagues qui ne pouvaient pas conduire à un résultat exact. Il est maintenant facile d'arriver à une estimation assez approchée, en partant des données qui viennent d'être rapportées. Il est bien entendu que cette valeur est mesurée par la diminution qu'à apportée, dans le prix de fabrication de sel raffiné, l'exploitation de la mine de sel gemme, et par les avantages que donne la vente du sel égrugé lors de l'ancien rayon. Bien entendu aussi qu'il ne s'agit que de la valeur actuelle, de la valeur d'une mine fournissant au raffinage la quantité de sel gemme nécessaire pour la production de 232,000 quintaux de sel raffiné marchand, et directement, au commerce, 18,000 quintaux de sel égrugé.

Or, nous avons vu plus haut que l'économie de combustible obtenue par l'emploi d'eaux saturées était, pour chaque quintal de sel marchand, de 47 kilogrammes, qui, à 2^f,35 les 100, valent. . . 1,104⁵

De plus, les frais d'entretien des poêles et fourneaux, et des bâtimens qui les renferment, s'élevaient autrefois à 15 centimes par quintal, tandis qu'ils ne sont plus que de 9 centimes, d'où une économie de 6 centimes qui provient de l'emploi du sel gemme. Et, en effet, les surfaces nécessaires pour produire un quintal de sel avec des eaux à 16° et à

25°, sont à peu près dans le rapport de 15 à 9, ci. 0^f,0600

Total. 1,164⁵

Dont il faut déduire :

1°. La valeur de 54 kilog. de sel gemme à 50 cent. les 100^k. 0^f,2720

2°. Le cassage et le roulage au jour desdits, à 3 c. les 100^k. 0,0162

3°. La main-d'œuvre et l'entretien du lessivoir. 0,0150

Total. 0,3032 0^f,3032

Différence ou économie nette par quint. 0,8613

Et pour 232,000 quintaux, ci. 199,821^f

En second lieu, la portion de sel égrugé qui est vendue hors de l'ancien rayon des salines de l'est, constitue une conquête due au sel gemme (1); et, en partant des résultats de 1833, pendant laquelle cette vente s'est élevée à 13,500 quintaux, au prix moyen de 2^f,35, il s'ensuit qu'il y a eu un bénéfice de 1^f,35 par quintal au-dessus du prix de production, ce qui, pour les 13,500 quintaux, fait une somme de. 18,225

Total. 218,046

Il est encore à faire remarquer que la diminu-

(1) On peut admettre que la portion vendue dans l'ancien rayon ne l'est qu'en remplacement de pareille quantité de sel raffiné, et que les prix sont tels que la compagnie ne bénéficie pas plus sur l'un que sur l'autre. C'est pour cela que je n'en tiens pas compte.

tion dans le prix de fabrication du sel raffiné a amené aussi la vente d'une certaine quantité de ce sel au delà de l'ancien rayon, et que le bénéfice de cette vente, si petit qu'il soit, doit être imputé au sel gemme. Mais, faute de pouvoir l'apprécier, je ne le mentionne ici que pour mémoire, et pour preuve que le total ci-dessus rapporté ne doit pas pécher par excès.

Je rappellerai de même qu'un autre avantage de l'emploi des eaux saturées, et par conséquent du sel gemme, c'est de réduire dans la proportion de 5 à 3 au moins la surface des poêles et des bâtimens, et par suite le capital engagé dans ces constructions. C'est ainsi qu'on a pu concentrer à Dieuze la fabrication des trois salines de la Meurthe, sans être obligé d'y élever de nouveaux bâtimens.

En résumé, 218,000 francs, telle est la valeur annuelle de la mine de sel gemme, dans son état de production normale.

Comparaison
entre les prix
des deux
espèces de sel.

Si l'on compare les chiffres de revient qui ont été précédemment rapportés, on voit que la différence à l'avantage du sel égrugé sur le sel raffiné, se borne à 90 centimes par quintal. Il faut pourtant faire remarquer qu'il y a d'autres avantages qui ne sont pas accusés par ces chiffres : et, par exemple, celui d'avoir dans le sel gemme un produit immédiatement livrable au commerce, tandis que le sel raffiné ne l'est qu'après trois mois au moins de séjour dans les magasins, ce qui occasionne des pertes d'intérêts (1). En tout

(1) S'il s'agissait d'un établissement à créer, il faudrait faire entrer en compte l'intérêt du capital de ces immenses magasins.

cas, cette différence de 1 franc sur 2 à peu près, notable quand elle est ainsi présentée, n'est plus exprimée que par une très petite fraction, quand on ajoute aux prix de production des deux espèces de sels, la constante 38 francs (28^f,50 pour le droit et 9^f,50 pour le prix de bail et les autres charges invariables), ce qui porte l'un à 39 francs et l'autre à 40 : différence, un quarantième. Ceci explique suffisamment comment le sel gemme n'a qu'un débit aussi borné, malgré l'avantage qu'il présente de ne pas contenir d'eau et d'être exempt du principe le plus déliquescent : une différence aussi minime n'est pas capable de rompre les habitudes du consommateur. On voit même que pour que cette différence devînt sensible, il faudrait la suppression presque totale des charges fixes, ce qui permet de douter que cette sorte de vente devienne jamais très importante. Je dois faire observer à cet égard que la mine de sel gemme a été précisément découverte dans un pays accoutumé depuis un temps immémorial au sel parfaitement blanc obtenu par évaporation, et qu'il est probable que le débit du sel égrugé serait beaucoup plus considérable si une exploitation était ouverte en quelque point de la concession, voisin de ceux où arrive le sel de mer ; et on a pu remarquer, en effet, que la petite quantité qui se place aujourd'hui trouve son écoulement dans des départemens qui satisfont à cette condition.

On a demandé comment, dans une pareille situation, on n'avait pas préféré à l'exploitation du sel en roche l'exploitation par dissolution qui, pratiquée au moyen de trous de sonde, comme dans la Souabe, est notoirement plus économique ;

Pourquoi
n'exploite-t-on
pas le sel
gemme par
dissolution ?

et l'on demande encore aujourd'hui pourquoi l'on ne renonce pas au mode actuel pour adopter ce dernier. La réponse à la première question, c'est qu'il y aurait un tel avantage à substituer absolument le sel égrugé au sel raffiné, que l'expérience valait, avant tout, la peine d'être tentée; et, à la seconde: c'est que le sort de cette vente n'est pas encore irrévocablement jugé, et que le fût-il, il serait encore opportun de laisser les choses dans l'état présent jusqu'à ce que la compagnie se fût fixée sur le point de savoir si elle veut, ou non, ouvrir une mine sur quelqu'autre point de sa concession, comme je le disais tout à l'heure, pour que la nouvelle exploitation pût au moins profiter des débouchés déjà créés.

En tout cas, s'il y avait lieu d'exploiter le sel par dissolution à Dieuze, on ne ferait pas de trous de sonde pour cela; mais on se servirait des puits déjà existans pour conduire les eaux jusque dans le roc salé.

Débouchés
du sel raffiné.

Le sel raffiné de la saline de Dieuze se vend principalement dans huit des dix départemens qui composent la concession du sel gemme, savoir: la Meurthe, la Meuse, la Moselle, le Bas-Rhin, le Haut-Rhin; les Vosges, la Haute-Saône et la Haute-Marne. En outre, on en vend une certaine quantité dans les Ardennes, dans la Marne, dans l'Aube et jusqu'à Paris. D'ailleurs, j'ai indiqué précédemment que la Suisse, la Prusse rhénane et le pays de Luxembourg prennent aussi du sel à Dieuze.

Fabrique
de soude.

Le sel est encore la base d'une fabrication de produits chimiques établie, comme je l'ai dit, dans la saline de Dieuze en 1803, et qui consiste

aujourd'hui en soude brute, sel de soude (sous-carbonate de soude anhydre), sulfate de soude, acide muriatique et chlorure de chaux.

On décompose annuellement 15,000 quintaux de sel, et on livre au commerce, outre quelques parties de soude brute et de sulfate, environ 10,000 quintaux de sel de soude, 4,000 d'acide muriatique, et 3,000 de chlorure de chaux. Le sel de soude marque couramment 95° à l'alcalimètre de Descroizilles, c'est-à-dire qu'il est rigoureusement pur. Les verreries, glaceries et cristalleries de la Meurthe et de la Moselle, les fabriques d'indienne et les blanchisseries du Haut-Rhin et de la Suisse, les papeteries de la Meuse et des Vosges, les fabriques de ferblanc, et divers autres genres d'industrie dans la Marne, l'Aube, le Bas-Rhin, le Doubs, la Haute-Saône, à Paris, et enfin dans la Prusse et dans la Bavière rhénanes forment les principaux débouchés de ces produits.

La compagnie des salines ne fabrique pas elle-même l'acide sulfurique qui sert à la décomposition du sel; et elle a passé un traité pour cette fourniture avec MM. Huin et compagnie, qui ont établi, *ad hoc*, des chambres de plomb à quelques pas de Dieuze. Cette fabrique a donc encore été créée à cause de la production du sel sur ce point, et c'est pour cela que je pense qu'il n'est pas hors de mon cadre d'en dire ici quelques mots.

Fabrique
d'acide
sulfurique.

On y fait annuellement 17 à 18,000 quintaux d'acide sulfurique (à 60°), dont la très grande partie (15,000 qx.) est livrée à la saline. Le reste est employé dans l'établissement même, ou versé dans le commerce après avoir été amené à 66°. On prépare aussi là quelques autres produits chimiques

qui sont destinés aux fabriques du Haut-Rhin et de la Suisse, et à Paris, savoir: 22,000 kilogrammes de protochlorure d'étain, 36,000 kilogrammes de pyrolignite de plomb et, en outre, quelques faibles parties de pyrolignite de fer, d'acide nitrique et de nitrate de plomb.

OBSERVATIONS

Sur l'Estramadure et le nord de l'Andalousie, et essai d'une carte géologique de cette contrée.

Par M. F. LE PLAY, ingénieur des Mines.

La région dans laquelle ont été recueillies les observations qui font l'objet de ce mémoire est sensiblement comprise, du nord au sud, entre le Tage et le Guadalquivir, et, de l'est à l'ouest, entre la province de la Manche et le royaume du Portugal. Un coup d'œil jeté sur la carte de cette contrée (*Pl. V*) en fera connaître la situation et l'étendue beaucoup mieux que je ne pourrais le faire par une longue énumération de noms généralement inconnus. La science n'a point encore établi dans cette partie de l'Espagne ces points de repère si communs aujourd'hui dans l'Europe centrale, et à l'aide desquels les descriptions du naturaliste prennent aisément un corps dans la pensée des lecteurs. Parmi toutes les villes que j'y ai visitées, les noms de Séville, de Cordoue et de Badajoz sont les seuls qui soient connus en Europe; aussi n'aurais-je pu compter sur l'importance politique de capitales, telles que Cacerès, pour faire comprendre mes descriptions sans le secours d'une carte. Dans une contrée si riche en faits géologiques, les noms de Truxillo, de Medellin et de Merida ne se rattachent encore qu'à l'histoire des guerres de la Péninsule ou aux fictions de quelques romans classiques: il est singulier que le nom seul de Logrosan ait été introduit en géologie

Introduction.

pour y perpétuer jusqu'ici une erreur, et pour faire classer au rang des roches un minéral qui doit être relégué parmi les simples espèces minéralogiques.

L'Estramadure et la partie de la Sierra-Morena qui la limite vers le sud forment une région méditerranée, éloignée des grandes voies de communication, et connue principalement par ses vastes pâturages, abandonnés aux troupeaux de mérinos. A la vue des solitudes que traverse la route de Madrid à Badajoz, on conçoit aisément que peu de voyageurs aient été tentés de s'écarter de cette route et d'appeler l'attention des naturalistes sur ces montagnes désertes. Toutefois, dans les excursions que j'eus occasion de faire sur les bords du Guadiana, je reconnus bientôt que ce pays, si florissant sous la domination des Arabes et des Maures, ne méritait, sous aucun rapport, l'oubli dans lequel il est tombé aujourd'hui : j'espère que le récit des observations que j'y ai faites, pendant un séjour de deux mois, appellera prochainement sur lui les recherches des géologues, et ajoutera quelque chose à l'intérêt qu'offrent depuis long-temps aux mineurs, comme aux minéralogistes, les noms d'Almaden et de Guadalcanal.

Division du
mémoire.

Ce mémoire sera, pour plus de clarté, divisé en trois parties : dans la première, je ferai connaître les traits les plus saillans de la configuration du sol ; dans la deuxième, je décrirai avec détail les caractères des roches qui forment la base du pays et des minéraux utiles qui y sont disséminés : je compléterai, à ce propos, l'exposé des faits géologiques qui n'étaient pas de nature à être exprimés sur les *planches V et VI*. J'essaierai, dans la

troisième partie, de faire ressortir les conséquences qui m'ont paru se déduire naturellement des faits observés, et de comparer les révolutions de cette partie de la surface du globe avec celles qui ont été signalées dans le reste de l'Europe. Enfin je terminerai ce mémoire par quelques réflexions générales qui m'ont été suggérées par l'étude des chaînes de montagnes qui sillonnent l'Estramadure : à ce sujet, je présenterai les résultats de quelques recherches sur les lois que suit la formation des rides dans l'écorce stratifiée du globe, et sur une hypothèse qui paraît propre à expliquer les faits observés.

Lorsque je me rendis l'an dernier en Estramadure, je n'avais pu recueillir, sur la constitution géologique de ce pays, qu'un très petit nombre de données extraites de l'ouvrage de G. Bowles, traduit en français en 1776. Les géologues, chargés de la description de l'Espagne, ayant jusqu'ici dirigé toutes leurs observations sur les Pyrénées, je ne pus trouver, à mon passage à Madrid, aucun nouveau renseignement sur le pays que j'allais visiter. Après cela, il est à peine nécessaire de prévenir le lecteur que la carte géologique, jointe à ce mémoire, ne doit être regardée que comme un essai bien incomplet. En pareil cas, il est vrai, le dessin a l'inconvénient de présenter, sous une forme arrêtée, beaucoup de faits douteux ou inexacts ; il m'a paru toutefois qu'un tracé graphique était le meilleur moyen de décrire succinctement toutes les observations que j'ai recueillies : j'ai pensé aussi que c'était sous cette forme qu'elles pouvaient servir le mieux aux géologues qui visiteront l'Estramadure après moi.

§ 1^{er}. DESCRIPTION TOPOGRAPHIQUE.Insuffisance
des cartes.

Il n'existe peut-être pas de contrée qui ait un relief plus compliqué que celle qui s'étend à l'est de la frontière de Portugal, entre le Tage et le Guadalquivir. La multiplicité des accidens de cette région montagneuse paraît surtout frappante au voyageur qui vient de traverser les plaines monotones de la Nouvelle-Castille. Je n'ai pas tardé à reconnaître que les cartes détaillées de Lopez n'en donnent aucune idée exacte, non plus que la grande carte d'Espagne en quatre feuilles, publiée à Londres en 1820. N'ayant eu le loisir de faire aucun relevé exact sur le terrain, je n'ai pu moi-même indiquer sur la carte (*Pl. V*) que les résultats de simples observations de boussole. La carte publiée par M. Bory de Saint-Vincent est, sans contredit, celle qui donne l'idée la plus exacte du relief de la Péninsule, et j'ai eu lieu de regretter que, vu la petite étendue de son format, elle ne pût fournir que des indications générales au tableau détaillé d'une province. À défaut de renseignemens précis sur ce sujet, j'ai pensé que je devais éviter de charger ma carte de détails nécessairement inexacts, et je me suis contenté de tracer une simple indication des principaux groupes de montagnes. (*Voyez l'explication des Planches*). Au reste, bien que, sous plusieurs rapports, rien ne puisse suppléer à l'insuffisance des cartes, les faits qu'il importe de signaler pour le but que je me propose ici, peuvent être mis aisément en évidence : en négligeant les détails les moins importants, il

existe dans la configuration du sol de l'Estramadure (1) beaucoup de traits généraux qui sont de nature à être exactement caractérisés dans une simple description.

Plateaux.

La partie centrale du pays, où sont situés les villages de Talarrubias, Cabeza-del-Buey, Castuera, Garlitos, etc., est essentiellement formée d'un plateau dont la hauteur moyenne au-dessus de la mer peut être évaluée approximativement à 550 mètres. En effet, le bourg de la Puebla-d'Alcocer, situé sur une petite chaîne, à 50 mètres environ au-dessus du plateau, est exactement élevé de 602 mètres au-dessus de la mer : c'est aussi la hauteur de Madrid, et, par suite, celle du plateau de la Nouvelle-Castille, qui s'abaisse insensiblement vers l'ouest-sud-ouest, aux approches de l'Estramadure. Si donc on supprimait, par la pensée, les montagnes qui bordent la rive gauche du Tage, on trouverait que le plateau central de l'Estramadure se raccorderait assez bien avec les plaines qui bordent la rive droite du même fleuve depuis Aranjuez jusqu'à Talaveyra-de-la-Reyna. Ces hautes régions, sorte d'horizon naturel pour la description topographique de l'Espagne centrale, formeraient, si elles étaient situées dans les plaines de l'Allemagne du Nord, un véritable pays de montagnes : leur niveau est en effet le

Hauteur du
plateau
central.

(1) Le pays dont je donne ici la description comprend, outre la plus grande partie de l'Estramadure, une portion de la Manche et du nord de l'Andalousie : pour plus de simplicité, je le désignerai ordinairement en prenant la plus grande partie pour le tout.

Ressemblance
avec le Hartz.

même que celui des plateaux du Hartz occidental, avec lequel l'Estramadure présente encore d'autres points de ressemblance; car si le ciel brumeux et la végétation du nord se retrouvaient encore à 13° vers le sud, le paysagiste, ainsi que le géologue confondraient aisément les plaines de Talarrubias avec celles de Clausthall et de Zellerfeld. Le mineur lui-même pourrait entrevoir pour l'avenir de nouveaux traits de ressemblance, et regarder les minerais, si communs à la surface des schistes et des grauwackes de l'Estramadure, comme les affleuremens de riches filons semblables à ceux qui font, depuis tant de siècles, la richesse du Hartz hanovrien.

Le même plateau, fréquemment interrompu par les accidens que je décrirai plus loin, se retrouve avec des caractères constans sur tous les points de la contrée, notamment à l'ouest et au nord, près de la frontière de Portugal, aux environs d'Albuquerque, de Truxillo, et sur la rive gauche du Tage; vers le sud et l'est, aux environs de Llerena, dans le pays d'Almaden, et bien au delà vers l'est, dans la province de la Manche, où il se rattache au plateau de la Nouvelle-Castille. La surface du sol, toujours formée de roches anciennes à strates très-inclinées, et çà et là de roches cristallines, présente quelquefois des plaines unies où l'on n'aperçoit pas, sur une longueur d'un ou deux myriamètres, la plus légère différence de niveau: tel est le caractère du plateau au nord-est de Llerena, et sur la rive droite du Rio-Zuja, près de son embouchure dans le Guadiana. Plus communément on y rencontre de légères ondulations, qui ne s'étendent pas à plus de 20 ou 30 mètres de part et d'autre du niveau moyen;

Caractères du
plateau.

ces accidens se raccordent par des pentes assez douces; en sorte que, vu de l'un de ces points culminans, l'ensemble du pays se présente toujours comme une plaine parfaitement unie, à l'horizon de laquelle se dessinent très-nettement les chaînes de montagnes qui s'élèvent en si grand nombre au-dessus du plateau. La contrée qui peut être citée comme type de ce genre de paysage est celle que traverse le Rio-Zuja entre Talarrubias et Castuera: elle occupe, de part et d'autre de ce ruisseau, une largeur de 2 myriamètres: elle offre pendant l'hiver de grandes ressources aux troupeaux et est connue par ce motif sous le nom de Pâturages de la Séréna.

On ne peut guères dire que la contrée soit baignée par les rares cours d'eau qui la sillonnent çà et là: la plupart coulent dans des échancrures étroites, et profondes de 50 à 60 mètres: en général, on n'est averti de leur existence qu'à l'instant où l'on arrive sur les bords du ravin: c'est donc une exception assez rare que d'apercevoir un ruisseau dans cette partie de l'Estramadure. Les principaux affluens du Tage, du Guadiana et du Guadalquivir méritent seuls le nom de ruisseaux. Quant aux affluens secondaires indiqués sur les cartes, les uns sont à sec dès le mois de juin, et les autres n'existent que dans l'imagination des géographes. Dans la Planche V, j'ai conservé ceux qui sont indiqués ordinairement sur les cartes détaillées de la province; mais je n'ai donné un nom qu'à ceux qui pourraient fournir de la force motrice à des usines, et qui conservent un peu d'eau pendant les chaleurs de l'été. Ce que je viens de dire des ruisseaux s'applique au reste, en partie, aux principaux cours d'eau: s'ils

Cours d'eau.

méritent véritablement le nom de fleuves dans les mois de mars et d'avril, et si les gens du pays n'en parlent jamais qu'avec l'admiration qui est due aux grands objets de la nature, il faut convenir que, dans la plus grande partie de l'année, leur réputation n'est guères motivée, même aux yeux d'un habitant des bords de la Seine. Dès le mois de mai j'ai eu rarement à faire de longs détours pour traverser à gué le Guadiana, et vers la fin de juin j'ai trouvé le Guadalquivir lui-même guéable à trois myriamètres au-dessus de Séville.

L'horizon topographique de l'Estramadure ayant été ainsi établi, il est aisé de compléter la description de la contrée, en faisant connaître les dépressions qui existent dans le plateau, et les principales chaînes de montagnes qui le dominent.

Vallées et plaines.

Vallée du
Guadiana.

C'est dans le bassin du Guadiana que se trouve le seul district dont le niveau, sur une étendue un peu considérable, soit notablement inférieur à celui du plateau que je viens de décrire. Depuis la frontière de la Manche, jusqu'à la hauteur de la Puebla-d'Alcocer, le Guadiana coule dans une étroite échancre, à 90 mètres environ au-dessous des hautes plaines de transition : rarement les alluvions du fleuve s'étendent à plus de 100 mètres sur l'une ou l'autre rive : souvent même l'une d'elles est formée par un mur presque vertical de schistes ou de grauwackes. Un peu au-dessous du point où le fleuve a dû faire un détour pour tourner l'obstacle que lui opposait la Sierra - d'Alcocer, la vallée commence à s'ouvrir et les escarpemens dis-

paraissent peu à peu : sur la rive gauche, les hautes plaines s'abaissent graduellement jusqu'au niveau du fleuve; tandis que sur la rive droite, que longe encore pendant plusieurs lieues la Sierra-d'Orellana, on ne voit plus que des collines qui se rattachent, par des pentes assez douces, à la base de cette chaîne. Enfin les montagnes disparaissent tout-à-fait sur les deux rives, et le fleuve, après avoir reçu le Gargaliga et le Zuja, peut alors arroser une fertile contrée dont l'étendue est bien indiquée par les limites du terrain tertiaire : elle s'étend au delà de Badajoz jusqu'aux environs d'Elvas, première place de guerre portugaise. Il est important de remarquer ici que le terrain tertiaire lui-même s'élève quelquefois à une assez grande hauteur au-dessus des eaux du Guadiana : tantôt, comme à Lobon, il forme des fragments de plateaux, élevés d'environ 60 mètres, dont la surface est si unie qu'elle paraît avoir été nivelée artificiellement : tantôt, comme aux environs de Guareña, il constitue un sol inégal dans lequel on voit paraître çà et là des roches cristallines d'une nature particulière.

Plaines du
Guadiana.

Au nord, le lit du Tage présente encore une échancre assez profonde; mais ce fleuve n'arrose en Estramadure aucune plaine un peu étendue : cette circonstance se retrouve, au reste, sur une grande partie de son cours : à Aranjuez, il est profondément encaissé dans le plateau de la Nouvelle-Castille : aux environs de Talaveyra-de-la-Reyna, la plaine s'abaisse à peu près à son niveau ; mais bientôt, aux approches de l'Estramadure, le fleuve rentre dans une région montagneuse à travers laquelle il se fraie difficilement un passage vers le Portugal. On concevra aisément par cette

Vallée du
Tage.

simple description que les bords du Tage méritent peu la réputation qui leur a été faite par quelques légendes populaires.

Plaine
d'Andalousie.

Au sud, le cours du Guadalquivir, qui dessine la limite de la contrée que je décris, présente des caractères tout différens. De Cordoue à Séville, et de là jusqu'à la mer, le fleuve coule constamment dans la plaine d'Andalousie, dont le niveau général ne s'élève pas à une grande hauteur au-dessus de l'océan, du moins dans la partie voisine du fleuve, la seule qui ait été indiquée sur la carte. La plaine qui borde la rive gauche du Guadalquivir, entre Séville et Cordoue, ne paraît pas se tenir à plus de 15 mètres au-dessus des eaux du fleuve : celui-ci n'ayant d'ailleurs qu'une faible pente au-dessous de Séville, il est probable que le niveau de cette partie de l'Andalousie est inférieur de 500 mètres au moins à celui des pâturages de l'Estramadure. La limite commune aux deux régions est marquée par le cours du Guadalquivir, et mieux encore par l'opposition des couleurs qui distinguent les terrains anciens de l'Estramadure des formations tertiaires de la plaine d'Andalousie. Sur le terrain même, et particulièrement près de Cordoue, l'opposition est d'autant plus tranchée, qu'elle n'est point seulement indiquée par un échelon de 500 mètres, mais bien par la haute chaîne de la Sierra-Morena, qui dessine l'extrême limite du plateau de l'Estramadure, en s'élevant à 1000 mètres environ au-dessus de ce dernier.

Vallées
secondaires.

Les autres dépressions qui existent dans les hautes plaines de l'Estramadure, comparées à celles que je viens de décrire, n'ont qu'une faible importance : je me contenterai de signaler celles

qui bordent le cours de plusieurs ruisseaux, tels que le Guadalema, le Guadalmez, le Matalchel, etc. : la plaine d'Alcudia, près d'Almaden, est l'une des plus remarquables. C'est encore ici le lieu de remarquer que plusieurs massifs granitiques, intercalés dans les plaines ondulées de schistes et de grauwackes, présentent un niveau moins élevé que ces dernières : comme exemple de cette particularité, je dois citer surtout la plaine granitique de Hinojosa et de Benalcazar, dominée, sur la plus grande partie de son contour, par des collines de roches stratifiées.

Montagnes.

Au-dessus de l'horizon topographique que j'ai établi précédemment, s'élèvent, dans toutes sortes de directions, un grand nombre de chaînes de montagnes dont les caractères généraux, du moins ceux qui ont rapport à l'étendue et à la configuration, sont extrêmement variés. Plusieurs d'entre elles, se rattachant par des mouvemens de terrain assez doux au niveau général du pays, font disparaître sur une grande étendue les caractères assignés au plateau central. Cette circonstance se rencontre fréquemment sur la limite septentrionale de la Sierra-Morena ; elle caractérise surtout cette contrée montagneuse, comprise entre Truxillo et Almaraz, qui, selon toute apparence, n'est qu'une dépendance de la Sierra de Guadalupe. Aux approches de ces grands accidens du sol, l'importance géographique du plateau s'efface presque entièrement, et celui-ci ne semble plus être alors qu'un trait secondaire de la physionomie générale de la contrée.

Caractères
généraux des
montagnes de
l'Estramadure.

La plupart des montagnes, comprises entre le

Chaînes
isolées de
l'Estramadure
centrale.

Tage et la Sierra-Morena, présentent des caractères tout différens : elles n'ont, pour la plupart, qu'une très petite longueur, un ou deux myriamètres, et quelquefois beaucoup moins : la base étroite par laquelle elles reposent sur le plateau a rarement plus de 300 à 400 mètres de largeur : assez communément leur hauteur est de 200 ou 300 mètres; en sorte que, vues sur le plan de leur section transversale, c'est-à-dire dans la direction de leur plus grande dimension, elles offrent tout-à-fait la forme d'un triangle équilatéral. Plusieurs d'entre elles semblent atteindre 400 mètres de hauteur; mais alors la dimension transversale augmente dans le même rapport, en sorte que la forme caractéristique reste toujours la même. Ces petites chaînes, fort nombreuses dans le pays, font ressortir, par leurs formes abruptes, l'horizontalité du plateau au-dessus duquel elles élèvent leurs massifs isolés, et donnent au paysage l'aspect le plus extraordinaire qu'on puisse imaginer. On le concevra d'autant mieux, que presque toujours le pays est absolument privé de végétation arborescente, et que souvent même, aussi loin que la vue peut s'étendre, il n'existe pas le plus léger buisson pour adoucir ces mouvemens brusques du terrain. C'est à la contrée qui s'étend entre la Sierra-Morena et la rive gauche du Guadiana, que s'applique particulièrement cette description. J'ai essayé, dans la *fig. 9* de la *Pl. VII*, de donner une idée du singulier panorama qui se présente à l'observateur placé au centre des pâturages de la Serena, un peu à l'ouest du Rio-Zuja, entre la Puebla-d'Alcocer et Cabeza-del-Buey. Vers le nord et le nord-ouest, le plateau s'abaisse par une pente douce au niveau des

Section
transversale
triangulaire.

plaines basses de la Serena; mais dans toutes les autres directions, les chaînes d'Alcocer, de Zarza, de Cabeza-del-Buey, de Castuera, à peu près de même hauteur et diversement orientées, forment autour de l'observateur une sorte de rempart, interrompu seulement en quatre ou cinq points. Par ces espèces d'embrasures, on aperçoit le prolongement du plateau, et, à l'horizon, de nouvelles chaînes beaucoup plus éloignées. Ici, par opposition à ce qui a lieu au voisinage des grandes montagnes, les caractères propres au plateau restent le trait dominant du pays, et les chaînes nombreuses, mais isolées l'une de l'autre, n'en sont que des accidens.

Ces chaînes, qui la plupart sont absolument rectilignes, présentent encore une particularité remarquable : elles sont souvent interrompues par des cols ayant la forme d'une parabole dont l'axe est vertical, et dont le sommet, plus ou moins élevé, s'abaisse quelquefois jusqu'au niveau du plateau. Ces échancrures, qui permettent aux sentiers de traverser les chaînes, atténuent un peu les obstacles que présenterait le pays au tracé des routes. Lorsque deux cols sont très rapprochés l'un de l'autre, ils interceptent entre eux un petit massif isolé, et qui affecte grossièrement la forme d'une pyramide quadrangulaire. Les peuples conquérans, qui ont envahi l'Espagne à diverses époques, ont toujours mis à profit ces accidens du sol pour y établir des stations militaires et pour contenir le pays avec un faible déploiement de forces. Le panorama de la *Planche VII* offre plusieurs buttes pyramidales de ce genre.

J'insiste sur la description de ces petites chaînes parce qu'elles sont vraiment caractéristiques pour

Cols
paraboliques.

l'Estramadure centrale. Ce trait saillant de la contrée n'a point échappé à M. Bory de Saint-Vincent, qui a si bien décrit les caractères généraux de la topographie de la Péninsule. « La province » de Badajoz, dit-il, offre, le long des rives méridionales du Guadiana, une particularité qu'il ne faut pas omettre de mentionner, et dont on trouve quelques autres exemples le long du Tage et des côtes de la mer autour de la Péninsule : ce sont des noyaux de montagnes isolées qui ne se lient à aucun système ; ils semblent de gigantesques quartiers de roches qui, ayant roulé de quelque cime éloignée, se seraient arrêtés de l'autre côté des longues plaines qu'ils auraient traversées. »

Cette description fait surtout ressortir l'isolement des divers massifs : cette circonstance est en effet frappante pour l'observateur placé sur la Sierra de San-Servan, d'où cette description paraît avoir été écrite ; c'est qu'alors on aperçoit la plupart des chaînes, généralement dirigées entre l'ouest-nord-ouest et le nord-ouest, dans le sens de leur plus petite dimension. La comparaison que renferme le passage cité n'est, au reste, qu'une image propre à mettre en évidence l'indépendance apparente qui existe entre ces chaînes et le plateau qui les supporte. La science explique aujourd'hui fort aisément leur origine, et si le fondateur de la géologie moderne avait puisé, dans des observations en Estramadure, les bases de son système, il n'aurait jamais eu l'idée d'attribuer la formation des montagnes à une autre cause qu'au déchirement de l'écorce du globe. Lorsque j'aurai décrit la constitution géologique de ces chaînes, (page 343) je développerai, sur les

causes qui leur ont donné des apparences si singulières, plusieurs considérations qui sont probablement applicables à d'autres contrées.

Je compléterai cet aperçu des caractères généraux des montagnes de l'Estramadure par quelques détails spéciaux, sur les principales chaînes : je les décrirai à peu près dans l'ordre de leur importance relative.

La Sierra-Morena occupe incontestablement le premier rang par la hauteur absolue des points culminans, et surtout par son étendue ; mais cette suprématie est loin de se soutenir, au moins sous le premier point de vue, quand on la compare à l'ensemble des chaînes qui sillonnent la Péninsule. Autant qu'il est possible d'en juger par la durée des ascensions et par l'opinion répandue dans le pays, les points culminans de la chaîne ne s'élèvent pas à plus de 1,600 mètres au-dessus de la mer, et les plateaux les plus élevés se tiennent au niveau de 1,000 à 1,200 mètres.

Rien de plus compliqué que la topographie du pays de montagnes, auquel les habitans des plateaux de l'Estramadure et de la plaine d'Andalousie donnent le nom de Sierra-Morena. Au sud, la limite de la Sierra se trouve exactement dessinée par le cours du Guadalquivir qui, de Cordoue à Séville, se dirige généralement vers l'ouest-sud-ouest. Au nord, la limite est moins distincte ; elle se reconnaît cependant à une suite d'ondulations assez prononcées qui s'élèvent au-dessus du plateau de l'Estramadure. Elle passe à 3 myriamètres environ au nord de Cordoue, se dirige ensuite vers l'ouest, et va passer entre Llerena et Guadalcanal. Il n'existe dans la Sierra rien de semblable à une ligne de faite : on peut dire seu-

Relief
compliqué.

Ligne de faite.

lement que la région des points culminans semble plus spécialement concentrée, près d'une ligne dirigée sensiblement de l'est à l'ouest, de Constantina, au nord de Cordoue. Il résulte de cette disposition des limites et de la ligne de faite, que deux voyageurs qui traversent la Sierra-Morena pour se rendre de l'Estramadure dans la plaine de l'Andalousie, l'un sous le méridien de Cordoue, l'autre sous celui de Cazalla, emploient à peu près le même temps pour atteindre le point culminant de la chaîne; mais alors le premier n'a plus qu'à descendre la rampe escarpée qui conduit à Cordoue, tandis que le second a encore une longue pente à parcourir avant d'atteindre le Guadalquivir. Au reste, à partir de Constantina, du Pedroso et de Cazalla, les montagnes s'abaissent peu à peu vers l'ouest; en sorte qu'au nord de Séville elles ne peuvent plus être guères considérées que comme le prolongement des plateaux de l'Estramadure. Les *fig. 1 et 6, Pl. VII*, et les *fig. 1, 2 et 4, Pl. VI*, rappellent cette opposition dans les caractères de la Sierra-Morena sous les méridiens de Cordoue et de Séville. (*Voyez l'explication des Planches*)

Partage
des eaux.

Il s'en faut de beaucoup que la ligne de partage des eaux coïncide avec celle des points culminans, ainsi que cela a lieu dans les montagnes produites d'un seul jet, et ce serait avoir une idée tout-à-fait fautive de la constitution de la Sierra, que d'y chercher une série de vallées perpendiculaires à un axe central. Au nord de Cordoue elle se compose d'un grand nombre de chaînons orientés principalement vers l'ouest-nord-ouest, le nord-ouest et l'est-nord-est. Plusieurs ruisseaux, tels que le Cuzna et le Guadiaro, qui prennent naissance sur leurs revers septentrionaux,

vont cependant porter vers le sud leurs eaux au Guadalquivir, après avoir coulé d'abord à l'est et tourné les massifs qui s'opposaient à leur passage. Dans la contrée de Constantina les principaux accidens du sol offrent plus de régularité : on le voit aisément par la direction régulière des cours d'eau, qui tous se dirigent vers le sud, à peu près dans la direction du méridien.

Le sol de la Sierra est très accidenté : on y remarque cependant très fréquemment une tendance générale au nivellement. On y retrouve même quelquefois des fragmens de plateaux semblables, pour l'aspect et la composition des roches, à ceux qui existent près du Guadiana, à un niveau beaucoup moins élevé. Ce qui les distingue de ces derniers, c'est que les montagnes qui les dominent ont la forme de ballons arrondis : aussi, quand j'aperçus pour la première fois la Sierra en quittant les crêtes escarpées d'Almaden, je ne pus me défendre de l'idée que j'allais observer un sol d'une nature nouvelle ; je ne trouvai cependant dans la partie orientale de la chaîne que les schistes, les phyllades et les grauwackes de l'Estramadure : seulement, les couches de quartzites qui forment, pour ainsi dire, la charpente des petites chaînes au nord de la Sierra, ne se montrent que très rarement dans la Sierra elle-même. Quelquefois les ballons qui dominent les plateaux les plus élevés sont très rapprochés l'un de l'autre ; en sorte que, vues à l'horizon par un observateur placé à leur niveau, ces montagnes rappellent assez bien l'apparence d'une mer agitée. Ce caractère est assez visible sur la *fig. 4* de la *Pl. VII* qui représente les montagnes de Constantina vues de la chaîne du

Plateaux
de montagnes.

Pedroso; il eût été encore plus sensible si l'étendue du croquis m'eût permis de donner plus de développement à la ligne d'horizon.

Sierra-Morena
formée de
plusieurs
groupes
distincts.

Au reste, les caractères qui viennent d'être assignés à la Sierra-Morena ne doivent être appliqués qu'à la partie de cette chaîne, comprise entre les méridiens de Cordoue et de Séville. Il est très probable que la Sierra, composée d'éléments si divers dans cette étendue, n'offre pas moins de variété dans son prolongement vers l'est, jusqu'à la Sierra-d'Alcaraz, et vers l'ouest, jusqu'à l'embouchure du Guadiana. J'aurai occasion de faire remarquer plus loin que cette chaîne paraît être formée de plusieurs groupes, d'abord distincts et indépendans, et reliés ensuite par un grand mouvement du sol qui a donné à cet ensemble la direction est-nord-d'est qui domine aujourd'hui.

Sierra
de Guadalupe.

La Sierra de Guadalupe forme un pays de hautes montagnes entre le Tage et le Guadiana, vers la limite commune de l'Estramadure et de la Manche. Cette chaîne, située presque tout entière dans la dernière province, n'est point figurée sur la carte : j'ai appris des pasteurs et des muletiers de Logrosan, seuls observateurs que le géologue puisse consulter dans ce pays, que le granite est très abondant dans la Sierra de Guadalupe : selon toute apparence elle a la même composition minéralogique que celle de Montanchès. J'ai observé au reste le commencement de cette formation granitique dans les hautes montagnes qui dominent le village de Logrosan.

Sierra
de Solana.

A la limite géographique de la Manche et de l'Estramadure, au nord de Logrosan et sur le versant occidental de la Sierra de Guadalupe,

il existe un groupe de petites montagnes qui offre des caractères très remarquables. Cette région présente un grand nombre de chaînons de forme allongée, et dont la plus grande dimension est orientée à l'ouest 72° nord : ceux-ci ne sont point placés dans le prolongement l'un de l'autre, comme le seraient les points culminans d'un même sillon ; ce sont plutôt des fragmens de sillons parallèles et imbriqués, c'est-à-dire disposés de la même manière que plusieurs éléments séparés d'une maçonnerie en briques. La plupart des chaînons sont très aigus au sommet : souvent, à deux mètres de part et d'autre de la ligne de faite, la déclivité vers les pentes opposées est déjà très sensible. Presque toujours cette ligne est nettement accusée par des bancs de roches dures, telles que des grauwackes quartzseuses qui, ayant résisté à la désagrégation plus efficacement que les roches voisines, font une brusque saillie sur le sol environnant. Ce qui m'a surtout frappé dans cette petite chaîne que j'ai particulièrement observée entre Solana et Aldea-Nueva-de-Centenera, c'est l'extrême régularité de la stratification et la constance de la direction des couches sur une longueur de plusieurs myriamètres. Dans plus de 40 observations de boussole, j'ai à peine trouvé trois points où la ligne horizontale, tirée dans le plan des couches, s'écartât de plus de 3 degrés de la direction moyenne ouest 72° nord. L'inclinaison, souvent considérable et toujours difficile à observer, plonge ordinairement vers l'est. Près de Berzocana, cette régularité commence à diminuer, et plus au sud, en approchant de Logrosan, le sol, sans changer de nature, a été tellement bouleversé, que la direction des couches change pour

ainsi dire à chaque pas. Je ne sais si cette petite chaîne, qui paraît être un dernier contrefort de la Sierra de Guadalupe, appartient en effet à ce groupe : l'analogie de la direction de ce terrain stratifié et de la bande de plateaux et de collines granitiques de Truxillo, semble les rapprocher géologiquement de cette dernière formation.

Montagnes
de Miravete.

Vers le nord la contrée montagneuse de Solana se prolonge en changeant de caractères : les éléments des montagnes y prennent une plus grande étendue sans augmenter rapidement de hauteur : aussi les mouvemens de terrain deviennent beaucoup moins tranchés et par suite moins faciles à caractériser. En faisant abstraction de plusieurs dépressions assez profondes, on peut dire qu'à partir de Truxillo, où le terrain granitique est à peu près au niveau du plateau central, le sol s'élève insensiblement vers le nord-est. Aux approches du Tage, les pentes deviennent plus prononcées et se rattachent aux hauteurs de Miravete qui s'élèvent environ à 1,000 mètres au-dessus du fleuve. Dans toute cette étendue, les couches redressées du terrain de transition paraissent affecter régulièrement la direction de l'ouest 45° nord.

Montagnes
entre le Tage
et le Guadiana.

Depuis la Sierra de Solana jusqu'à la frontière de Portugal, la séparation des bassins du Tage et du Guadiana est déterminée par une région montagneuse à peu près continue; mais, à la forme bizarre de la ligne de partage et à l'indépendance évidente des divers groupes de montagnes, on reconnaît encore que dans cette partie de l'Estramadure, celles-ci ne font point partie d'un même système : elles sont même distinguées dans le pays par des noms diffé-

rens : les principaux groupes sont connus sous les noms de Sierra d'Albuquerque, de San-Mamès, de San - Pedro, de San - Léon, de Montanchès, etc. Cette dernière est l'une des plus remarquables de ce groupe de montagnes : par son isolement, sa forme allongée, sa section transversale étroite et triangulaire, elle se rapproche des petites chaînes de roches stratifiées si communes vers le sud; elle en diffère cependant par la composition minéralogique : comme particularité très rare dans le pays, les deux versans de cette chaîne, élevée de 400 à 500 mètres, sont exclusivement formés de granite, et lorsqu'on quitte la ville de Montanchès, située dans un col fort élevé, il faut redescendre tout-à-fait au niveau du plateau pour retrouver les roches stratifiées. La chaîne de Montanchès est à peu près orientée de l'ouest 40° nord, à l'est 40° sud.

Sierra de
Montanchès.

Ces massifs principaux des montagnes comprises entre le Tage et le Guadiana, ne sont pas complètement isolés : ils sont souvent réunis par des chaînons moins élevés, qui tantôt sont des contreforts des chaînes principales, et qui tantôt aussi paraissent en être indépendans. On donne ordinairement dans ce pays, comme dans les Pyrénées, le nom générique de *Puertos* aux dépressions qui existent dans leur ligne de faite; en sorte que ce nom, assez commun sur les sentiers tracés sur les cartes, équivaut en général à l'indication d'une chaîne qui leur est transversale. Il convient enfin de remarquer qu'au milieu de cette région montagneuse, et particulièrement entre la frontière de Portugal et la Sierra-de-Montanchès, on rencontre fréquemment des plaines ondulées qui ont tous les caractères des plateaux qui bordent le

Puertos.

Guadiana : seulement, elles ont moins d'étendue, et, au lieu d'être dégarnies d'arbres comme ces derniers, elles sont recouvertes de lièges et de chênes verts.

J'ai déjà décrit les caractères généraux de la contrée comprise entre le Guadiana et la Sierra-Morena; il ne me reste donc plus ici qu'à donner quelques détails spéciaux sur les principales chaînes qui sillonnent ce district remarquable de l'Estramadure.

Sierra-de-Hornachos.

La Sierra-de-Hornachos paraît être l'une des plus élevées; son massif, presque entièrement isolé, forme une puissante et brusque saillie au-dessus des plaines de transition; sa direction principale paraît être orientée, à peu près comme le cours de Rio-Matachel, du sud-est au nord-ouest.

Sierra-de-San-Servan.

La Sierra-de-San-Servan s'élève sur la rive gauche du Guadiana, au-dessous de Merida, précisément au point où le fleuve, après un détour vers le sud, reprend sa première direction. Elle se compose d'une multitude de petits chaînons accolés les uns aux autres, et dont la direction varie entre le nord et l'ouest 60° nord.

Sierra-d'Alcocer.

La Sierra-d'Alcocer est formée d'une série de crêtes quartzeuses, dont la hauteur au-dessus du plateau atteint souvent 350 mètres, notamment aux environs d'Esparagossa-de-Larès. Elle prend naissance aux bords du Guadalema, se dirige à l'ouest 40° nord, et se termine près du Guadiana; toutefois le prolongement de cette chaîne est très bien indiqué sur la rive droite du fleuve par une série de gros rochers quartzeux qui, s'élevant çà et là au-dessus du plateau, vont se rattacher à la Sierra-d'Orellana.

Sierra-de-Cabeza-del-Buey.

La chaîne qui s'étend de Cabeza-del-Buey à Castuera est dirigée vers l'ouest 16° nord. Elle pré-

sente à peu près les mêmes caractères que la précédente, avec des dimensions plus considérables. Elle est interrompue de loin en loin par des cols assez nombreux; on y rencontre aussi plusieurs rochers pyramidaux semblables à ceux dont j'ai déjà parlé (page 309). Sur l'une de ces masses isolées, représentée dans la *fig. 2.* de la *Pl. VII*, on voit encore les ruines d'un château nommé, par les gens du pays, *Castillo d'Almochon*: les légères ondulations du plateau, en cachant la base du rocher, dissimulent sa forme pyramidale, qui est au contraire très sensible quand on l'aperçoit d'un point plus éloigné.

Aux environs des villages d'El-Risco, Espiritus-Santi et Garlitos, il existe plusieurs petites chaînes qui, pour la plupart, sont dirigées vers le nord-est; on en retrouve aussi quelques dépendances dans les accidens du pays montueux qui s'étend au sud-ouest du territoire de ces villages: leur saillie est à demi effacée par suite de la désagrégation des roches qui les composent.

Chaînes voisines de Garlitos.

Au sud-est de ce même district, dans la partie occidentale de la Manche, la contrée d'Almaden, si remarquable sous plusieurs rapports, mérite particulièrement l'attention du géologue par l'originalité de sa constitution topographique. Dans un rayon de deux kilomètres autour d'Almaden, le relief du sol est formé par quatre chaînes absolument rectilignes: la ligne de faite de chacune d'elles est nettement accusée par la saillie de plusieurs bancs de quartzites, ayant même direction que la chaîne dont ils forment pour ainsi dire la charpente centrale. Les deux flancs de chaque chaîne sont très-inclinés et disposés symétriquement de part et d'autre de l'arête centrale

Sierra-d'Almaden.

comme les deux parties d'un toit; trois d'entr'elles moins élevées que la quatrième, sont exactement parallèles, et dirigées à l'est un peu nord; la quatrième, située au midi des précédentes, est orientée à l'est 40° nord: c'est elle qui domine le pays, et il ne m'a pas fallu moins d'une heure pour gravir en entier le plan incliné qui regarde les trois autres collines. Il résulte, de cette configuration du sol, que si l'on imagine un plan vertical passant par le bourg d'Almaden et dirigé du nord nord-ouest au sud sud-est, celui-ci déterminera dans le terrain une section dont le profil serait le même que celui de 4 V renversés, d'inégale grandeur et accolés l'un à l'autre.

La chaîne la plus septentrionale qu'il faut traverser pour aller de Chillon à Almaden s'élève à environ 150 mètres au-dessus du niveau moyen des trois thalweg: la suivante, sur laquelle est situé le bourg d'Almaden, n'est qu'une colline de 80 mètres de hauteur: c'est elle qui renferme les filons presque verticaux de cinabre, sensiblement orientés comme la ligne de faite. La 3^e. colline n'est guères plus élevée que celle d'Almaden; mais la 4^e. atteint au moins 400 mètres de hauteur; sa crête escarpée est formée de couches immenses de quartzites plongeant vers le nord-ouest sous un angle de 80°.

Excepté pour l'œil du mineur, les environs d'Almaden n'offrent que l'aspect de la désolation; on voit à peine une trace de culture sur ce sol tourmenté, hérissé de rochers et recouvert de blocs épars détachés des crêtes les plus élevées. Les puissantes halles de scories qui recouvrent une partie de la colline d'Almaden, sont à peine plus arides que le sol naturel du pays; aussi celui qui igno-

rerait les richesses que renferme ce sol si pauvre en apparence, ne pourrait deviner la cause qui a réuni dans un pareil lieu une population aussi considérable. Le dessin qui fait l'objet de la *fig. 3, Pl. VII*, a été pris au nord-est d'Almaden, et donne une idée de l'aspect de la contrée.

Au sud d'Almaden, entre le Rio-d'Alcudia et le Rio Guadalmez, il existe une série de chaînes ^{Chaîne du Guadalmez.} parallèles, dont l'étude est très propre à jeter du jour sur l'histoire des révolutions qui ont produit le relief actuel du sol de l'Estramadure. Il suffit de jeter un coup d'œil sur la carte pour reconnaître que les roches de transition qui composent le sol présentent un nouvel exemple de cette régularité de stratification que j'ai déjà signalée dans la Sierra-de-Solana. La ligne d'affleurement des couches, sur un plan horizontal, est constamment orientée à l'est 12° sud. La constance de cette direction se retrouve encore dans la ligne de faite des chaînons, dans la direction générale des cours d'eau, et dans la disposition du bassin granitique situé vers le sud. Les montagnes qui dominent cette partie du pays sont sur la rive droite du Guadalmez: elles se composent de deux chaînons principaux, dont le plus septentrional s'élève à près de 450 mètres au-dessus du Rio-d'Alcudia; entre ces deux chaînes est encaissé une sorte de plateau assez élevé dans lequel est accumulée une prodigieuse quantité de débris anguleux de roches quartzeuses. Au milieu de ce plateau, j'ai remarqué de puissantes masses de grès quartzeux évidemment en place, mais qui, par suite de la désagrégation de la roche, ressemblent à de gros blocs qu'on aurait entassés artificiellement l'un sur l'autre. Leur aspect m'a rappelé le *Regenstein* et le *Teufelsmaur*, petites collines de

grès qu'on voit à peu de distance de Blanckenburg, au pied du Hartz oriental.

Il est aisé de voir que le prolongement de la plupart des chaînes que je viens de décrire passe par le district qui limite vers le sud les pâturages de la Serena : il n'est donc pas étonnant qu'en ce point la configuration du sol soit extrêmement compliquée, et qu'on n'y retrouve plus les caractères particuliers aux plateaux et aux chaînes isolées. Cette contrée, dont le relief se dirige principalement de l'est-nord-est à l'ouest-sud-ouest, détermine le cours du Rio-Zuja, jusqu'à ce que celui-ci, après avoir surmonté l'obstacle qui s'opposait à son passage, tourne brusquement vers le nord-ouest pour aller porter ses eaux au Guadiana.

Résumé.

Si l'on voulait résumer en peu de mots les détails qui précèdent, on pourrait dire que l'Estramadure est un plateau élevé de 550 mètres au-dessus de la mer, et de 500 au-dessus de la plaine qui borde le Guadalquivir; que le Guadiana, situé à peu près à égale distance entre ce fleuve et le Tage, coule comme eux de l'est un peu nord à l'ouest un peu sud; que la Sierra-Morena, qui couronne l'arête méridionale du plateau, vient tripler en un grand nombre de points, la différence de niveau qui existe entre les deux rives du Guadalquivir; qu'enfin de nombreuses chaînes de montagnes, quelques-unes assez étendues, mais la plupart isolées et de petites dimensions, jettent une assez grande variété sur le pays, qui conserve toujours cependant un caractère âpre et sévère.

§ II. DESCRIPTION ET GISEMENT DES ROCHES.

La carte géologique, et les quatre coupes qui

font l'objet des *Pl. V* et *VI*, présentent d'une manière succincte la plus grande partie des observations que j'ai recueillies sur la composition géologique de l'Estramadure. Je me contenterai donc ici de donner un résumé de celles qui, par leur nature, ne pouvaient être exprimées de la même manière. Ainsi que l'indique la légende jointe à la carte géologique, la contrée ne présente qu'un petit nombre de formations. Les roches stratifiées, entre lesquelles sont intercalées de puissantes masses de granite, et en moindre quantité des euphotides, des diorites et des mélaphyres, appartiennent en grande partie à la série des deux étages de transition. Au-dessous de ce terrain on ne voit que des masses peu importantes de roches stratifiées cristallines : enfin il est recouvert par des lambeaux de terrain houiller, et surtout par des calcaires et des conglomérats appartenant aux deux étages tertiaires supérieurs.

1. Terrain de granite.

Les roches granitiques occupent une grande partie du sol de l'Estramadure : elles présentent des caractères assez constans dans toute l'étendue d'un même massif; mais d'un massif à un autre les différences, fondées sur la composition minéralogique et sur le relief du sol, sont souvent extrêmement tranchées.

Entre Garlitos et Almaden, vers la limite commune de la Manche et de l'Estramadure, il existe un îlot granitique, dont la principale dimension paraît être orientée du nord-est au sud-ouest. Ce terrain domine légèrement le plateau de transition qui l'entoure, et contraste fortement par ses con-

Garlitos

tours arrondis avec les formes abruptes des montagnes qu'on aperçoit en divers points de l'horizon.

La roche dominante se compose de feldspath blanc, indistinctement lamellaire, dans lequel sont disséminées avec abondance des petites lamelles de mica brun rougeâtre : le quartz est rare et en petits fragmens peu visibles. Comme particularité assez remarquable, ce granite offre souvent une structure décédément feuilletée dans la direction E. 45° N. Cette circonstance se remarque très bien lorsque la surface de la roche est débarrassée, par l'action d'un courant d'eau, du sable granitique qui la recouvre fréquemment : souvent même la structure feuilletée se manifeste encore par de légères saillies que forment au-dessus du sable les couches qui ont résisté plus que leurs voisines à l'action qui désagrège continuellement la surface du terrain. J'ai retrouvé la même direction dans un gîte métallifère, intercalé dans cette formation, et qui a été anciennement exploité, comme l'indiquent d'ailleurs des scories que j'ai trouvées dans le voisinage. La cavité, qui semble avoir été remplie autrefois par un minerai de cuivre, a été en partie comblée par des déblais; mais les parois, dégagées encore sur une grande étendue, prouvent d'une manière évidente que l'exploitation avait pour objet une couche verticale épaisse de 4 mètres, et dirigée comme les strates du granite.

Torremilano,
Hinojosa,
Benalcazar.

La masse granitique la plus importante que j'aie observée au sud du Guadiana, est celle qui s'étend de l'ouest 12° nord à l'est 12° sud dans la plaine qui longe la limite septentrionale de la Sierra-Morena. Ce massif est encaissé assez profondément dans le terrain schisteux qui forme autour de lui une ceinture de collines : la différence de niveau

entre les deux terrains est ordinairement assez tranchée pour que leur limite commune soit nettement indiquée par le relief du sol. Dans la partie orientale du bassin granitique on voit, aux environs de Torremilano et d'Añora, des mouvemens de terrain assez prononcés; dans la partie occidentale, au contraire, près de Hinojosa et de Benalcazar, le sol, assez bien cultivé, est exactement horizontal. La surface est souvent formée d'une terre sableuse, en sorte que, dans un examen rapide, on serait porté à croire que cette plaine a été nivelée par le dépôt d'un terrain de transport; mais les nombreuses roches, qui s'élèvent çà et là au milieu des champs cultivés, prouvent assez que la terre végétale est formée aux dépens du granite, et que celui-ci forme constamment la base du sol. Les trois élémens qui composent la roche de ce bassin sont en général bien caractérisés et de moyenne grosseur : le feldspath est presque toujours blanc et nacré, et le mica, brun rougeâtre, affecte souvent la forme prismatique.

J'ai observé cette formation depuis le district à l'est de Torremilano jusqu'à l'ouest de Benalcazar. J'aurais été porté à croire, à l'aspect du pays, que cette formation se terminait aux environs de cette ville : toutefois, divers renseignemens pris sur les lieux se sont accordés à établir que la même roche s'étend vers le sud-ouest dans la direction indiquée par la carte.

Au nord-ouest du bassin qui vient d'être décrit, il existe encore une puissante masse de granite dont j'ai reconnu les limites en un grand nombre de points, notamment à 2 kilomètres à l'ouest de Castuera, près de Campanario, à Quintana, à Zalamea, à Malpartida et près de Bengarencia. Le

Granite
à surface
horizontale.

Quintana,
Zalamea

granite présente des caractères très différens d'un lieu à un autre, et les contours de cette formation sont d'ailleurs beaucoup moins réguliers que ceux des autres massifs de la contrée : peut-être ai-je réuni à tort des massifs distincts; peut-être aussi, ce qui est plus probable, la projection du contour est-elle altérée par des erreurs dans la position des villages.

Vers la limite orientale de la formation, le terrain est assez montueux et souvent recouvert d'une grande épaisseur de sable granitique. La roche a une couleur vert-olivâtre qu'elle doit à la présence d'une grande quantité de mica de cette couleur. Au centre du bassin, près des dépôts métallifères qui ont été anciennement exploités au lieu dit *El-Chantre*, elle a un caractère particulier. Le feldspath en se décomposant partiellement a souvent une nuance grisâtre, et toute la roche est bigarrée de taches de rouille provenant, sans aucun doute, de la décomposition du mica qui a presque entièrement disparu. Vers la limite occidentale de la formation, le granite est à très petits grains : le quartz hyalin, et le feldspath cristallin et nacré forment une sorte de pâte d'un beau blanc, dans laquelle est disséminé, avec abondance, du mica assez semblable à l'actinote noire de certaines syénites. C'est surtout avec ces caractères que se présente le granite dans la vaste plaine au milieu de laquelle est situé le village de Quintana. Dans ce lieu, la formation présente une particularité vraiment remarquable. Toute la plaine de Quintana et les rues même du village sont couvertes d'une grande quantité de tables de granites qui s'élèvent seulement à quelques centimètres au-dessus de la terre végétale. La forme de ces tables

Granite
des mines
d'*El-Chantre*.

Tables
de granite
de Quintana.

est arrondie; elles ont ordinairement 20 à 30 mètres de diamètre et quelquefois bien davantage. Leur surface, nivelée et même polie par l'action des agens atmosphériques, est un témoignage suffisant de la parfaite homogénéité de la roche. Rien de plus singulier, lorsque l'on domine de quelque point élevé la plaine de Quintana, que la vue de ces masses qui, sous un soleil ardent, paraissent autant d'îles d'un blanc éblouissant éparses dans une mer de verdure. Elles sont employées à divers usages par les habitans du pays : ceux-ci mettent surtout à profit ces aires naturelles pour battre les céréales et pour les conserver en tas.

C'est une chose digne de remarque que les roches granitiques, si fréquentes dans le plateau de transition de l'Estramadure, se montrent au contraire fort rarement dans les terrains de même nature qui constituent la Sierra-Morena. Je ne les ai jamais rencontrées dans les plus hautes montagnes; elles affleurent ordinairement sur les plateaux peu élevés et dans le thalweg des vallées les plus profondes. C'est dans cette situation, par exemple, que j'ai trouvé le granite près de Villaharta, dans le lit du Rio-Cuzna, et non loin de la source de ce ruisseau. Le revers septentrional d'une haute montagne qui sépare le Rio-Cuzna du Rio-Guadabarba et qui l'empêche de couler directement vers le sud pour se jeter dans le Guadalquivir, présente au voisinage de ce granite un accident assez curieux. Cette montagne est composée de schistes et de grauwackes qui, en beaucoup de points, paraissent avoir été entièrement imprégnés de matière granitique. Les roches, tout en conservant en grand le caractère des terrains stratifiés, ont souvent en petit une structure semi-cristalline. Dans les points

Granites de la
Sierra-Morena.

Rio-Cuzna.

où cette structure est le mieux en évidence, la roche est formée de feldspath rougeâtre lamellaire, grenu et terreux, renfermant un grand nombre de petites lamelles de mica jaunâtre. Cette alternance singulière de roches sédimentaires et cristallines se manifeste sur une assez grande étendue.

Granite au sud
Pedroso.

Au sud du Pedroso, la contrée que traverse le chemin de Séville s'abaisse considérablement au-dessous du niveau des montagnes du Pedroso et de Constantina. Sans cesser d'être très inégal, le sol ne présente plus que des pentes assez douces : il est presque toujours formé d'une roche granitoïde extrêmement friable, qui, en se décomposant, a donné naissance à une couche épaisse de sable. Ordinairement la présence du granite ne se manifeste que par de légères saillies que forment, au-dessus du terrain sableux, quelques masses plus quartzueuses que les autres.

Granite
au nord
du Guadiana.

Au nord du Guadiana, le granite, beaucoup plus abondant qu'au sud, présente quelquefois des caractères identiques avec les formations qui viennent d'être décrites. Il y a cependant, entre les formations granitiques des deux rives du fleuve, cette différence capitale, qu'au sud elles sont toujours à un niveau inférieur à celui des roches de transition, tandis qu'au nord elles constituent souvent les points culminans du pays.

Albuquerque.

Près de la ville d'Albuquerque, au nord de Badajoz, le granite forme un massif considérable, dont la plus grande dimension paraît être orientée de l'ouest 15° nord à l'est 15° sud. La ligne de faite de la masse granitique coïncide à peu près avec sa limite occidentale. Vers le sud-ouest, la pente escarpée de la chaîne est formée de roches schisteuses : vers le nord-est, au contraire, le granite se

rattache par une pente douce au niveau général du plateau de transition. Dans toute l'étendue de cette formation, la roche est à très gros grains : les cristaux de feldspath ont quelquefois 3 à 4 centimètres de longueur ; le quartz est souvent rougeâtre et le mica brun-noir. Le feldspath, en se décomposant, devient parfois gris et terreux : la roche offre alors une grande ressemblance avec certains trachytes.

En beaucoup de lieux la granite s'élève au-dessus du sol sous formes de rochers à parois verticales, à sommets arrondis, et dont la surface est entièrement lisse. Rien de plus original que l'aspect d'Albuquerque avec ses petites maisons éparses entre les rochers : ceux-ci leur servent souvent de murailles naturelles, et par leur distribution à la surface du sol, ils ont été les jalons obligés des rues les plus tortueuses qu'il soit possible d'imaginer.

Aspect
de la ville.

Le massif granitique de Malpartida, au nord-est de Cacerès, offre, sur une grande étendue, une identité complète avec les plaines de Hinojosa : on retrouve encore, dans la plaine qui s'étend de Malpartida à Arroyo-del-Puerco, cette horizontalité parfaite qui ailleurs n'existe jamais qu'à la surface de certains dépôts de sédiment. Près de Malpartida le sol est légèrement accidenté, et cette circonstance a été mise à profit pour l'établissement de réservoirs d'eau destinés à alimenter ces grands lavoirs de laines qui forment la principale industrie du pays. Les collines de Malpartida sont recouvertes d'une prodigieuse quantité de blocs arrondis, les uns posés simplement sur le sable granitique, les autres enfouis en partie dans le sol avec lequel ils semblent n'avoir aucune ad-

Malpartida.

Blocs
de granite.

hérence. Ce phénomène a établi dans la contrée l'opinion singulière que ces blocs, dont quelques-uns ont une grosseur énorme, ont été ainsi placés par la main de l'homme. Cette disposition du granite est un point tellement saillant dans la physionomie générale de la contrée, que le géologue, moins porté que l'observateur ordinaire à expliquer ces sortes de phénomènes par une pareille intervention, pourrait au premier aperçu y voir le résultat d'un transport violent par l'action des eaux. Dans cette manière de voir, le sable granitique et les blocs qu'il supporte seraient regardés comme un terrain de transport, et plusieurs accidents, très communs dans le pays, seraient représentés en coupe par la *fig. 5* de la *Pl. VI*. Dans un examen plus attentif de l'état des choses, on reconnaît bientôt, par de nombreux passages, les moyens par lesquels la nature a opéré. Il est aisé de voir que la surface primitive du sol était pour ainsi dire hérissée d'aspérités granitiques plus ou moins fissurées, et en général adhérentes à la massé inférieure. L'action continuelle, exercée par les agens atmosphériques sur la surface de ces roches a seule produit le changement qui existe aujourd'hui. Il est en effet dans la nature de cette action d'attaquer principalement les arêtes vives, les pointes les plus saillantes, et naturellement aussi les parties qui, par leur composition minéralogique, présentent le moins de résistance. Il résulte de là que la désagrégation doit avoir lieu par couches concentriques, d'abord parallèles à la surface primitive, et qui, perdant peu à peu les formes anguleuses, tendent constamment à devenir parallèles à la surface des noyaux de plus grande résistance. Les *fig. 6, 7* et *8* de la *Pl. VI*,

Alération
singulière
du granite.

rappellent les circonstances les plus communes de cette transformation de la surface, et en particulier celles qui ont pu amener l'état de choses représenté dans la *fig. 5*. La *fig. 8* indique l'état primitif de la surface, tel qu'on peut encore l'observer dans un petit nombre de points où le granite a subi peu d'altération. La *fig. 7* représente plusieurs états successifs de la surface, et la *fig. 6* la véritable coupe du sol dans son état actuel.

Bien différente du massif que je viens de décrire, la chaîne de Montanchès présente des formes extrêmement abruptes. Le granite qui la compose paraît résister beaucoup mieux que celui de Malpartida aux forces qui tendent à le désagréger; peut-être aussi est-il exposé à l'action de ces forces depuis une époque moins reculée. Il est certain, en effet, que si les diverses roches granitiques étaient de composition identique, la considération de l'état des surfaces serait un renseignement utile pour établir l'ordre chronologique de l'apparition de ces masses à la surface du globe: l'on ne pourrait dans cette hypothèse, refuser à la chaîne de Montanchès une origine plus récente que celle des autres montagnes de la contrée, en voyant les formes anguleuses des roches qui en forment la crête et qui en recouvrent les flancs.

La longue bande granitique qui se dirige à peu près du nord-nord-ouest au sud-sud-est, du Tage au Guadiana, en passant par Truxillo, doit être considérée comme un terrain peu accidenté et à pentes douces: on y voit souvent, comme aux environs de Malpartida, des blocs détachés, et, çà et là, de hautes collines semblables à celle sur laquelle est bâtie la ville de Truxillo. Il s'en faut de beaucoup que j'aie reconnu par

Sierra de
Montanchès.

Truxillo.

moi-même les contours que j'ai donnés à cette formation ; mais les caractères du granite et des roches de transition sont tellement tranchés que j'ai pu tracer approximativement leur limite commune en m'aidant des souvenirs de plusieurs personnes qui parcourent ordinairement cette contrée : je dois particulièrement d'utiles renseignements à mes amis MM. G. Petit et F. Jacquet pour le pays qui s'étend autour de Truxillo.

2. Terrain de Mélaphyre.

Je n'ai rencontré cette formation qu'en un seul point de l'Estramadure, à 2 kilomètres environ à l'est de Zalamea : elle n'a qu'une très faible étendue ; je l'ai représentée cependant comme un accident distinct parce qu'elle n'offre aucun passage aux autres terrains cristallins du même pays. La roche est composée d'une pâte de feldspath et d'amphibole noire dans laquelle sont disséminés des cristaux assez bien déterminables de feldspath nacré.

Je n'ai remarqué dans ce massif aucune trace de stratification. Ces mélaphyres semblent avoir modifié notablement les caractères des roches de transition qu'on voit à peu de distance.

3. Terrain d'euphotide et de diorite.

On rencontre fréquemment à la surface du sol, au milieu des formations de transition et même dans les plaines et les collines tertiaires du Guadiana, des affleuremens de roches cristallines qui toutes présentent des caractères assez semblables, sous le rapport du gisement et de la compo-

Caractères
généraux.

sition minéralogique. Elles sont en général composées de feldspath compacte ou un peu cristallin, contenant une grande quantité de cristaux ou de petites masses lamellaires de diallage. Ordinairement celui-ci est de couleur verte ou brun verdâtre : souvent même la substance diallagique semble n'être séparée qu'imparfaitement de la pâte feldspathique, en sorte que la roche tout entière est imprégnée de la couleur verte. Quelquefois, mais rarement, le diallage est remplacé par l'actinote verte, et la roche passe insensiblement à la diorite.

Ces euphotides sont très-dures et presque inaltérables ; les fragmens isolés eux-mêmes résistent très énergiquement aux causes qui désagrègent si promptement les autres roches dans les mêmes circonstances. C'est par cette raison que l'existence des gîtes d'euphotide se trouve presque toujours annoncée au loin par des petits blocs de cette roche, épars sur les collines, ou roulés dans le lit des ruisseaux.

Près d'Almaden, dans la partie inférieure d'une petite vallée située à l'est du bourg, on trouve une grande quantité de blocs épars d'euphotide qui sont employés à l'état brut pour faire les bornes de la route de Madrid. On m'a dit que cette roche existait en place aux environs de Gargantiel à l'est-nord-est d'Almaden. Cette variété d'euphotide est très cristalline ; elle est dure et compacte et prendrait sans doute un bel éclat par le poli. Le diallage affecte souvent la forme de cristaux prismatiques allongés, et quelquefois même il semble passer insensiblement à l'actinote verte. C'est une observation très digne de remarque que l'on rencontre souvent dans des filons de cinabre d'Al-

Almaden.

maden, des boules assez grosses d'une roche cristalline analogue à ces mêmes euphotides.

Guarena. Aux environs de Guareña et de Villa-Gonzalo, et sur les rives du Guadiana près de Merida, on voit souvent affleurer une euphotide à diallage vert lamellaire dans des collines d'argiles, de sables et de cailloux roulés, appartenant au troisième étage tertiaire.

Badajoz. On retrouve la même roche avec des caractères particuliers, dans un gisement très remarquable dans la colline qui, sur la rive droite du Guadiana, fait face à la ville de Badajoz; elle forme des masses assez puissantes intercalées dans des bancs presque verticaux de dolomie cristalline associée en stratification concordante avec des couches de travertin, ou calcaire caverneux contenant des fossiles d'eau douce. Dans cette localité, la texture de la roche verte est assez variable; quelquefois le diallage est très distinct dans la pâte feldspathique; souvent celle-ci renferme de l'actinote passant à l'asbeste, des mouches de pyrite, des filets de quartz, du mica vert talqueux, et surtout enfin de la chlorite en très petites écailles, qui colore non-seulement la roche cristalline, mais encore les roches stratifiées qui se trouvent au contact. J'insisterai plus longuement sur les phénomènes singuliers que présente la colline de Badajoz, en décrivant le deuxième étage tertiaire.

Albuquerque. Au sud-ouest d'Albuquerque, il existe à la surface du sol des fragmens épars d'une euphotide analogue à celle d'Almaden. J'en ai rencontré des quantités considérables sur la formation de schistes et de grauwackes qui s'étend à l'ouest de cette ville jusqu'en Portugal: la roche se trouve sans doute en place dans la même contrée.

Près de Cazalla, dans la Sierra-Morena, j'ai observé, dans le fond du ravin qui s'étend au sud de ce bourg, des masses considérables d'euphotide qui présentent encore un caractère particulier. La roche, principalement composée de feldspath verdâtre compacte, et de diallage vert olive foncé, renferme une grande quantité de fer oxidulé: celui-ci y est disséminé en petits fragmens qui, quelquefois, passent presque entièrement à l'état de fer oligiste. En quelques points, les fragmens ferrugineux deviennent si abondans qu'ils forment la partie dominante de la roche, qui devient un véritable minéral de fer.

Outre ces euphotides, qui toutes sont bien caractérisées, j'ai observé plusieurs autres roches cristallines ou compactes, en petites masses accidentelles dans les terrains stratifiés, et qui ne sont peut-être que des cas anomaux de l'association des élémens de l'euphotide. Telles sont les roches à structure granitoïde composées de feldspath et de quartz, et colorées par une substance verte fondue dans la masse, qu'on voit affleurer près des forges du Pedroso, près du bassin houiller de Fuente-del-Arco, et enfin aux environs de la Higueira-de-Zalamea.

C'est encore ici le lieu de parler d'une roche qui se trouve associée, près d'Almaden, aux blocs d'euphotide décrits précédemment. Elle se rencontre elle-même en blocs roulés sur les bords du même ruisseau; mais aussi, à ce qu'il m'a semblé, en fragmens intercalés à une assez grande hauteur, sur les collines, au milieu des roches stratifiées. Elle est d'une couleur très sombre, prenant quelquefois une teinte olivâtre. Considérée en grand, la cassure de cette roche est unie et com-

Cazalla.

Fuente-del-Arco; le Pedroso; la Higueira.

Trapp d'Almaden.

pacte ; mais, en petit, elle offre une structure cristalline bien prononcée. On y aperçoit même, par la reflexion d'une vive lumière, des cristaux aciculaires, fondus à moitié dans la masse, mais qui cependant présentent une grande netteté dans les facettes dégagées par la cassure. Au chalumeau, elle se rapproche beaucoup de ce groupe de roches, dont les caractères vagues se trouvent communément dissimulés sous le nom insignifiant de trapp : plus rarement elle prend tous les caractères extérieurs du basalte. C'est sans doute une euphotide ou une diorite qui s'est trouvée dans des circonstances anormales de refroidissement.

Je n'ai pu naturellement signaler des gîtes de cette roche qu'aux points où je les ai observés ; je suis cependant convaincu que beaucoup d'affleuremens d'euphotides me sont restés inconnus, même dans les districts que j'ai parcourus, et que ces gîtes sont infiniment plus nombreux que ne l'indique la carte.

4. *Terrains stratifiés cristallins inférieurs.*

Les roches appartenant à ce groupe de terrains jouent un rôle peu important en Estradamure. Elles affleurent presque toujours au contact des roches granitiques, en sorte qu'on les rencontre presque constamment dans le passage du terrain de granite aux roches du terrain de transition produites par agrégation mécanique. En général, la séparation entre ces deux classes de roches stratifiées n'est pas plus distincte qu'elle ne l'est ordinairement dans les autres contrées.

Les roches que j'ai classées dans ce groupe appartiennent à deux types bien différens. La plus

commune est un schiste maclifère, composé d'une pâte de schiste argileux d'un bleu d'ardoise, imprégnée de matière talqueuse, et présentant à la loupe une structure évidemment cristalline : la roche renferme une très grande quantité de petits nodules d'une couleur plus foncée : ceux-ci sont en général peu distincts et se fondent, pour ainsi dire, dans le reste de la masse ; quelquefois aussi ils présentent bien évidemment la forme de la macle. Ces caractères, qui sont les plus communs, se modifient quelquefois : près d'Albuquerque, par exemple, au contact du granite, la pâte, sans cesser d'être talqueuse, devient plus terreuse, la couleur est le gris cendré, et les macles, beaucoup moins distinctes, ne se manifestent souvent que par de légères taches de rouille. Enfin, les caractères que je viens de signaler disparaissent peu à peu, à mesure qu'on s'écarte des granites ; et la roche, perdant peu à peu les macles et la matière talqueuse, passe insensiblement à un schiste argileux à grain très fin, qui lui-même se trouve bientôt associé à toutes les autres roches de transition.

J'ai rencontré le deuxième type de roches cristallines stratifiées dans la Sierra-Morena, au nord de Cordoue, au milieu des roches de transition, et au contact du granite, au sud du Pedroso : c'est un micaschiste formé presque exclusivement de mica jaune rougeâtre à reflets dorés. Au sud du Pedroso, le micaschiste devient souvent assez riche en quartz, et passe ainsi peu à peu au gneiss.

5. *Terrains de transition.*

On reconnaît aisément, à la première inspection de la carte, que ces terrains font véritablement la

Schiste
maclifère.

Micaschiste.

Importance de
ces terrains.

base de l'Estramadure et de la Sierra-Morena; aussi, dans une classification géologique, cette contrée doit-elle être rapprochée dorénavant du nord-ouest de la France, du Hundsrücke, du Hartz et des autres pays devenus classiques pour ces sortes de formations. Les roches présentent la plus grande analogie avec celles que l'on observe dans les autres provinces de l'Europe; circonstance qui donne une nouvelle preuve de l'uniformité des causes qui, dans les âges reculés de notre globe, présidaient à la formation des terrains. Au milieu de variations presque infinies, ces roches peuvent être attachées à un petit nombre de types qui sont: le schiste talqueux, le schiste argileux, le phyllade, le quartzite, la grauwaacke et le calcaire. J'ai essayé en vain de découvrir l'ordre de superposition qui existe entre les roches de ces divers groupes: non-seulement les nombreux bouleversemens du sol s'y opposent, mais encore j'ai cru reconnaître que plusieurs de ces roches passent de l'une à l'autre sur des points peu éloignés d'une même assise. On peut cependant remarquer qu'en général, lorsqu'on s'écarte d'une bande granitique, en suivant une direction perpendiculaire à la direction des roches stratifiées qui l'entourent, on trouve d'abord les schistes maclifères, qui ont été décrits précédemment. Bientôt après on rencontre des schistes argileux à grain fin, et assez souvent des schistes talqueux; ceux-ci alternent ensuite avec des phyllades et des grauwaackes, et toujours avec des bancs très épais de quartzites. Quant au calcaire, il est extrêmement rare au milieu de ces formations: on ne le voit point alterner avec les couches de grauwaacke, comme cela arrive si fréquemment sur les pentes de l'Ardenne, et no-

Ordre de
superposition
des roches.

tamment dans l'Eifel. Je n'ai observé de calcaire intercalé dans les autres roches du terrain de transition qu'en un seul point, près d'Alamillo-Bajo, entre le Rio-d'Alcudia et le Guadalmez; et comme cette roche, vu sa rareté, est partout fort recherchée comme pierre à chaux, il m'a été facile de constater qu'elle manque absolument dans la plus grande partie du pays. Le calcaire est au contraire fort abondant dans les hauteurs qui s'étendent entre Llerena et Guadalcanal: bien qu'il appartienne, selon toute apparence, aux terrains de transition, il se distingue si nettement des autres parties du même terrain, que j'ai pu aisément le décrire à part.

Dans la plus grande partie du pays, il existe une telle liaison entre toutes les roches du terrain de transition, qu'il me paraît absolument impossible de tracer une ligne de démarcation entre les deux étages que les géologues distinguent dans les autres contrées. Cette distinction est au contraire assez nette, dans cette partie de la contrée d'Almaden, dont la constitution topographique a été décrite ci-dessus avec détail. La haute chaîne qui s'étend au sud de ce bourg, dans la direction de l'est 40° nord à l'ouest 40° sud, est composée principalement de couches de quartzite compacte, dans lesquelles je n'ai pu découvrir la moindre trace de corps organisés fossiles: au pied de cette chaîne, dans des collines où la stratification est moyennement dirigée de l'est à l'ouest, et où les roches sont composées de grès et de phyllades passant aux psammites, on rencontre, au contraire, assez fréquemment des restes d'animaux, identiques avec ceux que contient le deuxième étage de transition de la Bretagne. On

Deux étages
distincts
à Almaden.

y trouve particulièrement une térébratule à petites côtes et à larges plis, et un spirifère presque entièrement sinon tout-à-fait identique avec le *spirifer attenuatus*, figuré dans l'ouvrage de Swerby. Des fossiles du même genre m'ont été indiqués vers le sud-ouest, aux environs de Santa-Eufemia; j'en ai retrouvé moi-même dans la Sierra-Morena, au nord d'Espiel, en sorte que cette bande de restes organiques, située à Almaden au pied d'une chaîne orientée de l'est 40° nord à l'ouest 40 sud, semble se prolonger à une assez grande distance dans la même direction.

Les deux étages
peu distincts
dans le reste
du pays.

Cette observation me paraît établir d'une manière certaine l'existence des deux étages de transition en Estramadure; mais comme, dans le reste de la contrée, la distinction entre ces deux formations ne se manifeste pas d'une manière aussi évidente par la discordance de la stratification, il faudrait un examen approfondi pour saisir les nuances légères qui caractérisent le passage de l'un à l'autre étage; c'est pourquoi je n'ai point entrepris de tracer leur ligne de démarcation. D'un autre côté, comme il n'existe point, selon toute apparence, d'ordre de superposition bien distinct entre les nombreuses variétés de roches qu'on observe dans le terrain de transition, il me semble inutile de les décrire ici avec détail; je me contenterai donc de signaler les caractères des groupes principaux que j'ai déjà indiqués précédemment.

Schiste
argileux.

Le schiste argileux, alternant avec le schiste talqueux, forme la partie inférieure du terrain de transition de l'Estramadure. Le premier est à grain fin, homogène, dur, un peu sonore, d'un beau bleu d'ardoise, souvent doué d'un éclat assez vif et même un peu métallique: ce schiste se divise

quelquefois en feuillets très minces; quelquefois aussi la structure feuilletée ne se manifeste que dans la cassure, par des stries très légères, parallèles aux plans de division des gros fragments. Il passe insensiblement au schiste maclifère sur lequel il repose, et au schiste talqueux qui lui est subordonné. Celui-ci est tantôt blanc, très doux au toucher, un peu terreux; tantôt formé d'écaillés de diverses couleurs disséminées dans une pâte plus argileuse; tantôt enfin composé exclusivement d'écaillés talqueuses, dures, luisantes, à éclat nacré; quelquefois ces écaillés sont tellement contournées, que la roche, tout en présentant en grand la disposition schisteuse, offre en petit une structure très irrégulière.

Schiste
talqueux.

A mesure qu'on s'écarte du granite, les schistes talqueux disparaissent peu à peu: le schiste argileux, si homogène dans la partie inférieure du terrain, commence insensiblement à se charger de mica, et passe bientôt à un véritable phyllade.

Cette roche joue un rôle très important dans la composition du sol de l'Estramadure: elle y prend des caractères très variés, et se retrouve dans toute la série des terrains supérieurs jusqu'au calcaire qui les recouvre tous. La matière micacée est quelquefois si abondante que le phyllage semble passer au micaschiste; parfois, au contraire, la matière argileuse est remplacée par une pâte arenacée ou terreuse, en sorte que la roche présente une analogie complète avec les psammites du terrain de grès bigarré.

Phyllade.

La grauwacke paraît être la roche dominante dans la partie moyenne du terrain de transition: elle y forme des masses considérables, où l'on retrouve, jusque dans les détails les plus minutieux,

Grauwacke.

toutes les particularités qui caractérisent cette roche dans les autres pays de l'Europe. La grauwacke se présente avec une grande uniformité de caractères, et presque sans mélange d'autres roches, dans le pays de montagnes compris entre la Sierra-d'Almaden et le Rio Guadalmez; c'est à peu près aussi la seule roche qu'on rencontre dans le plateau de transition qui s'étend entre les formations granitiques d'Albuquerque et de Malpartida; elle est encore très abondante, mais mélangée fréquemment de phyllades et de psammites aux environs de Talarubias, d'Orellana, d'Espiritus-Santi, de Cabeza-del-Buey, etc. La grauwacke, qui peut être prise comme type de cette roche en Estramadure, est compacte, dure et à grains fins: cette structure grenue se manifeste ordinairement par une foule de petites taches de diverses nuances, parmi lesquelles la couleur grise est toujours dominante. Quelquefois la grauwacke, en se chargeant de mica, passe insensiblement aux phyllades qui alternent avec elle.

Quartzites.

Les quartzites ne constituent jamais en Estramadure ces formations continues qu'on voit en Ecosse et en Bretagne; ils n'y forment que des couches puissantes, simplement subordonnées aux autres roches du terrain de transition. On verra cependant plus loin qu'aucune autre roche n'a exercé une si haute influence sur la formation du relief de la contrée.

Ces quartzites ont une composition minéralogique assez constante dans l'étendue d'une même couche; mais d'une couche à l'autre on peut dire qu'ils offrent tous les passages possibles, depuis le quartz compacte jusqu'aux grès et aux conglomérats à très gros grains. Dans les chaînes dirigées du

nord-est au sud-ouest, qu'on rencontre entre Espiritus-Santi et Almaden, le quartz est tellement compacte qu'il est vraiment difficile à la première vue de distinguer la roche de certaines eurites. Dans d'autres couches, le quartzite, sans cesser d'être compacte, commence à prendre une structure grenue qui se manifeste seulement par des différences de translucidité très distinctes d'un grain à l'autre: ailleurs la roche commence à passer au grès. Enfin plusieurs couches, évidemment subordonnées au terrain de transition, sont composées de véritables grès et même de brèches à gros fragments de quartz compacte ou hyalin.

Ce sont ces diverses roches quartzieuses qui seules, sans exception, composent le sommet des montagnes de roches stratifiées qui sillonnent l'Estramadure. Au-dessus des chaînes à section triangulaire que j'ai décrites précédemment avec détail, s'élève toujours une crête escarpée, souvent inaccessible, formée par un banc de quartzite ou de grès, dirigé exactement comme les couches de la contrée; et comme la montagne elle-même (*Pl. VII, fig. 2 et 3*). Les deux versans sont au contraire formés de roches schisteuses, et recouverts d'une prodigieuse quantité de blocs provenant de la désagrégation des sommets de la chaîne.

Lorsqu'on aperçoit pour la première fois ces montagnes, dont la saillie, au-dessus d'un plateau presque horizontal, est si prononcée, il est difficile de se défendre de l'idée que chacune d'elles a été formée par un centre particulier de soulèvement qui n'a exercé aucune action sur le reste du plateau; mais on reconnaît bientôt que cette hypothèse, peu admissible par elle-même, ne s'accorde nullement avec les faits. Les quartzites qui

Gisement remarquable des quartzites.

forment l'axe de chaque chaîne sont en stratification concordante avec les schistes et les grauwâckes qui en composent les flancs; et ceux-ci se lient complètement pour la composition et la stratification aux roches schisteuses du plateau: on ne peut donc douter que toutes ces roches n'aient été redressées par une même révolution. On ne concevrait pas, d'ailleurs, comment ces nombreux soulèvemens locaux auraient imprimé un relief uniforme à toutes les masses soulevées, et surtout comment ils auraient constamment porté les mêmes masses quartzenses aux points culminans. Il est évident qu'il ne s'est produit aucun phénomène particulier dans les chaînes, et que la formation de celles-ci, de même que le nivellement des plateaux, sont postérieurs aux révolutions qui ont redressé les couches des terrains stratifiés.

Formation
des chaînes
de quartzites.

Après avoir long-temps recherché sur les lieux les causes qui ont donné naissance à ces montagnes si remarquables par leur forme et par leur uniformité, j'ai été conduit à admettre que la surface primitive du sol a dû être corrodée par une cause puissante qui a agi principalement sur les schistes argileux et autres roches peu résistantes qui forment aujourd'hui la partie la plus horizontale du plateau. Les bancs de quartzite, au contraire, qui offrent une résistance très énergique, sont restés dans leur position primitive, et ont semblé ainsi s'élever peu à peu au-dessus des roches environnantes. Les petites chaînes à sommets quartzeux de l'Estramadure ont donc été formées, non d'un seul jet par un soulèvement local, mais graduellement par l'érosion du sol environnant; en un mot, elles ont été naturellement sculptées dans les masses stratifiées, dont les couches avaient été redressées à une époque antérieure.

Cette hypothèse, malgré sa singularité, est la seule qui me paraisse motiver d'une manière satisfaisante la présence constante des quartzites sur les points culminans du pays, et leur absence également constante dans les plateaux et dans les parties les plus basses du terrain de transition. Elle donne une explication très simple du nivellement si remarquable des plateaux et des bassins granitiques; elle jette une vive lumière sur la liaison qui existe, sous le rapport de la nature et de la stratification des roches, entre les plateaux élevés de la Sierra-Morena et ceux qui bordent le Guadiana, bien qu'il y ait entre eux une grande différence de niveau. Il est évident que la limite septentrionale de la Sierra-Morena, ou l'échelon qui sépare les deux sortes de plateaux, a été formée par érosion en même temps que les chaînes isolées sur le plateau inférieur. Les massifs de ces chaînes ne sont donc que de faibles restes d'une contrée montagneuse qui s'étendait autrefois sur tout le pays, à la hauteur des plateaux qui forment maintenant la lisière septentrionale de la Sierra-Morena. Semblables à ces buttes de terre que l'art de l'ingénieur conserve dans certains travaux de terrassement, leurs massifs sont encore aujourd'hui les témoins du vaste déblai qui a nivelé le plateau central de l'Estramadure.

6. Calcaire de Llerena.

Dans le pays qui s'étend au nord-est de Llerena, entre cette ville et le Rio-Matachel, on retrouve plus distinctement qu'en tout autre point de l'Estramadure, les traces de la cause puissante qui a dégradé la surface du sol, jusqu'à ce que celle-ci,

Cause du
nivellement
des plateaux.

Liaison du calcaire avec les roches de transition.

exactement nivelée, ne donnât plus de prise à cette action. Les schistes et les phyllades, qui constituent ce plateau si remarquablement horizontal, se montrent encore à la base de la chaîne de montagnes qui prend naissance à Llerena; mais bientôt ces roches sont recouvertes à stratification concordante par un calcaire compacte qui, selon toute apparence, forme la partie supérieure du terrain de transition. La structure de cette roche est assez uniforme, elle ne se distingue guères d'un lieu à un autre que par la couleur et par une tendance plus ou moins prononcée à prendre la structure cristalline. Ce qui caractérise surtout le calcaire de Llerena, c'est la grande variété des minéraux métalliques qui s'y trouvent disséminés, sinon en abondance sur chaque point, du moins en un grand nombre de lieux. Il forme le sommet des montagnes qui se dirigent, du sud-est au nord-ouest, de Guadalcanal à Llerena, et sans doute la même bande s'étend à une assez grande distance vers le nord-ouest, où elle rencontre la route de Badajoz à Séville. Les montagnes de Llerena, bien que tranchées d'une manière si nette sur le versant qui regarde la plaine, ne présentent cependant aucun caractère particulier de soulèvement: il y a tout lieu de présumer que le calcaire s'étendait autrefois, vers le nord-est, sur cette plaine dont l'ancienne surface a été enlevée.

Situation des mines de Guadalcanal.

Les mines d'argent de Guadalcanal sont situées dans des collines de schistes et de grauwackes, au pied et à l'extrémité sud-est de cette chaîne calcaire. Plus au sud, on rencontre assez souvent des lambeaux d'un calcaire compacte et même saccharoïde, semblable à celui de Llerena: ceux que j'ai observés près de Cazalla et du Pedroso n'ont pas assez

d'importance pour être signalés sur la carte; peut-être aussi appartiennent-ils à une époque plus récente que le terrain de transition (p. 351).

7. Terrain houiller.

Ce terrain, distribué en petites parcelles à la surface du sol de transition, n'a, sous certains rapports, qu'une faible importance; mais sa présence jette beaucoup de jour sur la constitution géologique du pays, et confirme plusieurs conclusions suggérées par l'étude des autres formations. Les circonstances de son dépôt sur les tranches du terrain de transition prouvent que l'Estramadure avait déjà pris en grande partie, à une époque fort reculée, le relief qu'elle a aujourd'hui. Les contours que j'ai donnés à ces petits bassins ne sont que de légères approximations de la vérité; d'un autre côté, je ne puis me flatter d'avoir rencontré tous ceux qui existent dans la contrée; je crois néanmoins que, dans son état actuel, la carte donne une idée assez exacte de la distribution de ce terrain.

Ces divers bassins présentent en abondance des empreintes d'équisétacées et de fougères, ayant les caractères généraux des espèces qu'on rencontre ordinairement dans le groupe carbonifère des autres contrées de l'Europe. Les roches imprégnées de ces végétaux ont elles-mêmes la plus grande analogie avec celles des autres terrains houillers.

Le bassin d'Espiél, qui probablement se lie à Espiél, Valmez, celui de Valmez, situé dans la même vallée, est encaissé dans de hautes montagnes de transition: la roche qui y domine est un conglomérat quartzeux passant à un poudingue, dont les noyaux arrondis ont quelquefois la grosseur du poing. A

Caractères généraux.

Roches; végétaux fossiles.

un demi-kilomètre du village il existe des affleuremens de combustible au milieu de couches de psammites contenant beaucoup d'empreintes végétales. Ces roches sont souvent imprégnées d'oxide de fer, en sorte que les échantillons à structure compacte et à cassure terreuse offrent beaucoup d'analogie avec le fer carbonaté des houillères. Les habitans du pays extraient, pour leur usage, un peu de charbon de terre par des excavations qui n'atteignent jamais plus de deux ou trois mètres de profondeur : celui que j'ai recueilli dans les affleuremens et dans les déblais est très friable, mais il possède toutes les autres qualités d'une bonne houille. Le défaut de suite dans les recherches ne doit point être regardé comme une preuve évidente de la mauvaise qualité du gîte ; l'indifférence qui existe dans la contrée pour ce genre d'industrie s'explique assez par le défaut de débouchés et de communications, et surtout par l'abondance des buissons sur les montagnes voisines.

Fuente-
del-Arco.

Le bassin houiller de Fuente-del-Arco est situé dans une légère dépression du sol, au milieu d'un terrain montueux de phyllades et de grauwackes, et au pied de la chaîne à sommets calcaires qui se dirige de Llerena à Guadalcanal : les roches, composées de psammites, de conglomérats à grains fins, et de couches très minces de combustible, sont presque horizontales, et reposent évidemment à stratification discordante sur les couches très inclinées du terrain de transition.

Alanis.

Dans le bassin d'Alanis, où la compagnie des forges de Pedroso a fait déjà des recherches de houille, on trouve, outre les conglomérats et les psammites, une roche argileuse, compacte, un

peu feldspatique, de couleur jaunâtre, et tachetée d'une multitude de petits points ocreux qui paraissent parvenir de la décomposition d'une substance disséminée intimement dans la roche : elle contient de belles empreintes de fougères.

Le bassin de Villa-Nueva-del-Rio est le seul qui jusqu'ici ait une importance industrielle : il est situé sur le revers méridional des dernières montagnes, par lesquelles la Sierra-Morena s'étend jusqu'à peu de distance du Guadalquivir. La surface du sol de ce bassin est principalement formée d'un conglomérat ou poudingue, dont les élémens ont souvent des dimensions considérables. Au-dessous, se trouvent des couches de houille et d'argile schisteuse, noire, bitumineuse, avec une prodigieuse quantité d'empreintes. Le combustible, qui est de bonne qualité, est exploité, comme cela arrive toujours dans l'enfance de l'art, par la méthode la plus efficace pour grever l'avenir de l'exploitation de sérieuses difficultés. Le sol est littéralement criblé, vers la partie supérieure des couches, de puits, au fond desquels on enlève une petite quantité de houille, après quoi on laisse ébouler l'excavation pour recommencer le même travail à quelques mètres de là. D'après la loi qui se manifeste dans la profondeur des puits, il paraît que le combustible fait partie d'un bassin fermé vers le nord, et ouvert du côté des terrains tertiaires de la plaine, sous lesquels il s'enfonce rapidement. Les produits de l'exploitation sont principalement consommés par les bateaux à vapeur du Guadalquivir, et par les forges du Pedroso. Le transport jusqu'à Séville est très-facile, puisque les mines sont situées presque au bord du Guadalquivir. Nul doute que, d'ici à peu de temps, la

Villa-Nueva-
del-Rio.

compagnie ne sente la nécessité de régulariser ces exploitations, et ne renouvelle la tentative faite, il y a quelques années, pour attaquer le combustible à un niveau beaucoup plus bas, avec des moyens convenables d'épuisement.

Terrains secondaires

Doutes sur la présence de ces terrains en Estramad. Il n'existe en Estramadure rien qui ressemble à ces formations secondaires, en couches horizontales ou peu inclinées, qui recouvrent une grande partie de la France, de l'Angleterre et de l'Allemagne. L'identité de la plupart des roches du pays, et des fossiles qui y sont contenus, avec ceux des autres contrées de transition, et, ce qui est encore plus certain, les considérations tirées de la superposition des bassins houillers que je viens de décrire, ne peuvent laisser aucun doute sur la nature de la majeure partie de la contrée. Toutefois, M. Brongniart a prouvé depuis long-temps que les terrains secondaires, même les plus modernes, peuvent prendre, dans certaines circonstances, les caractères physiques des terrains les plus anciens; j'ai pu d'ailleurs constater par moi-même, sur les deux versans des Pyrénées, combien il est facile, au premier aperçu, de confondre, avec le terrain de transition, les roches que M. Dufrénoy a le premier, si légitimement classées dans la formation crétacée. Il me semble donc impossible de garantir l'existence du terrain de transition dans plusieurs points où je n'ai pu être guidé dans mes rapprochemens que par des caractères purement minéralogiques. Les terrains de transition de l'Estramadure ont été d'ailleurs tellement tourmentés, que des couches, appartenant évidemment à une même formation,

offrent souvent, en des points rapprochés, des directions et des inclinaisons très différentes; on ne pourrait donc presque jamais fonder légitimement, sur la concordance ou la non concordance de la stratification, la réunion ou la séparation de deux systèmes de couches.

Parmi les roches qui, par l'ensemble de leurs caractères, me paraissent s'écarter le plus de la grande formation de transition de l'Estramadure, et mériter une étude plus approfondie, je signalerai les schistes et les psammites amarantes ou nuancés de diverses couleurs qui existent, sous le méridien de Cordoue, sur les deux versans de la Sierra-Morena. Ces roches, qui contiennent parfois une grande quantité de fossiles tout-à-fait indistincts, se retrouvent aux environs de Cabeza-del-Buey, d'Almaden, d'Espiel, etc. J'indiquerai encore les lambeaux de grès et de calcaires qu'on voit à une petite distance au sud de Cazalla.

8. *Terrain tertiaire (2^e. étage).*

J'ai rencontré cette formation tertiaire très bien caractérisée sur le revers septentrional de la Sierra-Morena aux portes mêmes de la ville de Cordoue. Elle forme une bande orientée, comme la chaîne à laquelle elle est adossée, de l'est-nord-est à l'ouest-sud-ouest: elle constitue une série de collines élevées de près de cent mètres au-dessus du fleuve, et dont la réunion compose un petit contrefort qui sépare le versant rapide de la Sierra des alluvions du Guadalquivir. La roche caractéristique de cette formation est un calcaire terreux, coquiller, à tissu lâche et poreux, contenant une grande quantité de débris d'animaux, et entre

Calcaire
coquiller de
Cordoue.

autres une térébratule et un oursin identiques avec ceux qu'on trouve dans l'île de Corse : il résulte, des renseignemens que je dois à la bienveillance de M. Deshayes, que ces derniers fossiles, qui n'ont encore été décrits par aucun auteur, caractérisent le deuxième étage tertiaire qu'on observe dans la partie méridionale de cette île, près du détroit de Bonifacio.

Les couches du calcaire de Cordoue ont une légère inclinaison, qu'elles doivent sans doute à l'action qui les a élevées notablement au-dessus du reste de la plaine : au nord-est de cette ville elles reposent à stratification discordante sur ces roches de nature un peu douteuse, dont j'ai parlé dans le paragraphe précédent : en ce lieu, ce dernier terrain se compose de couches alternatives de schistes et de calcaires compactes pénétrés de veines de chaux carbonatée spathique : la couleur dominante est presque toujours un amarante foncé qui donne aux schistes micacés une grande analogie avec certaines roches du terrain de grès bigarré de l'est de la France.

Ce système de collines composées de calcaires coquillers modernes, reposant sur un terrain plus ancien, est séparé de la rive droite du Guadalquivir par une bande étroite d'alluvions que je n'ai point indiqués sur la carte, et qui forment une petite plaine sur laquelle est située Cordoue et les jardins qui l'entourent. La rive gauche du fleuve, au contraire, est bordée, au-dessus de la ville, par un escarpement de 80 mètres de hauteur, où l'on ne voit que des marnes argileuses à grain fin et de couleur grise. Sur une étendue de deux kilomètres environ, je n'ai observé dans la roche d'autres nuances qu'une disposition plus ou moins

Marnes grises
de Cordoue.

grande à prendre la structure schisteuse. Elle a très peu de consistance, et se délite aisément en petits fragmens après une courte exposition à l'action de l'air. La section des couches par le plan de l'escarpement est à peu près horizontale ; mais elles paraissent avoir une légère inclinaison vers le sud-sud-ouest : elles plongent sous le terrain de transport ou troisième étage tertiaire, qui forme la plus grande partie de la plaine basse de l'Andalousie. En résumé, sous le rapport des caractères extérieurs, je ne saurais comparer les marnes de Cordoue à rien mieux qu'aux marnes grises qui accompagnent les gypses dans le bassin de Paris : je n'y ai point trouvé de débris organiques, mais il est probable qu'elles sont du même âge que les calcaires coquillers qui s'élèvent à peu près au même niveau sur l'autre rive du Guadalquivir.

Dans le bassin tertiaire enclavé dans le plateau de l'Estramadure, j'ai également observé un calcaire avec coquilles d'eau douce, lequel, ainsi qu'un grand nombre de terrains de même nature, semble devoir être rapporté à l'étage tertiaire moyen. Cette formation se présente dans cette contrée avec des circonstances peu ordinaires, et qui, à cause de leur singularité, méritent une description particulière.

A partir des environs de la Serena, le Guadiana coule sans obstacles dans une plaine basse, formée de sables et de cailloux roulés : çà et là dans cette plaine on rencontre quelques plateaux de même nature, à travers lesquels le fleuve s'est frayé aisément un large passage. Il n'en est pas de même aux environs de Badajoz : une petite chaîne de collines calcaires coupe transversale-

Collines
de Badajoz.

Collines
de Badajoz.

ment le cours du Guadiana, qui n'a pu continuer son cours vers le Portugal qu'en la traversant par une échancrure très étroite. La ville de Badajoz commande la rive gauche de ce défilé en même temps que le fort de San Christoval, bâti sur l'extrémité de la colline opposée (*Pl. VII, fig. 5*). Sur la rive gauche, la pente de la colline, sans doute adoucie par l'art, est couverte de maisons qui descendent en amphithéâtre vers le fleuve; sur la rive droite, au contraire, la paroi du défilé, exploitée activement comme carrière de pierre à chaux, a pris une forme abrupte, très propre à mettre en évidence la constitution remarquable de cette petite chaîne : j'ai représenté cet escarpement avec détail, *Pl. VI, fig. 10* : le plan de la section est à peu près orienté de l'est à l'ouest, comme le cours du fleuve; la largeur de l'escarpement est de 150 mètres, et la hauteur de 80 mètres environ.

7 Calcaire
d'eau douce
et marnes
argileuses.

A la naissance de la colline, à l'ouest de l'escarpement, il existe une série de couches d'un calcaire marneux gris rougeâtre, caverneux, pénétré de petites cavités cylindroïdes, ayant en un mot tous les caractères d'un travertin. J'y ai rencontré à peu de distance des fours à chaux, situés en avant de l'escarpement, des fossiles d'eau douce semblables à ceux des calcaires lacustres du deuxième étage tertiaire; mais cette couche et les marnes argileuses qui l'accompagnent ont une texture tellement variable, que je n'ai vu distinctivement ces fossiles qu'en un seul point : elles sont dirigées à l'ouest 68° nord, et plongent de 75° vers l'est.

A mesure qu'on s'avance vers l'est, les roches, dont le grain est si variable dans l'étendue d'une

même couche, éprouvent un changement beaucoup plus considérable. A trois ou quatre mètres du calcaire coquiller, et sans qu'il soit possible de trouver une ligne de démarcation tranchée, les couches de calcaires et de marnes se trouvent remplacées par des couches alternatives de dolomies et de roches compactes, non effervescentes, d'un aspect assez singulier. La dolomie, qui compose la plus grande partie de la colline où elle est exploitée comme pierre à chaux, est cristalline, de couleur jaunâtre, tantôt compacte, tantôt criblée de petites cavités tapissées de cristaux rhomboédriques. Considérée en petit, la roche n'offre aucun indice de structure schisteuse : elle forme des bancs épais, séparés par des lits plus minces de certaines roches, dont les propriétés assez variables sont difficiles à caractériser. Tantôt ce sont des roches talqueuses, blanches, terreuses, souvent schisteuses, dans lesquelles cette dernière disposition est mise en évidence, soit par des variations de nuances, soit par des petites couches de chlorite écaillée ou de dolomie intercalées dans les feuilletés. Tantôt ces roches deviennent tout-à-fait compactes, à cassure très unie et presque conchoïde : elles sont alors assez dures pour rayer le verre. On observe un passage insensible de la roche schisteuse et terreuse à la roche compacte, dans laquelle on retrouve ces zones de couleurs diverses qui existent dans les schistes : elle présente quelquefois, à cause de cela, une certaine analogie avec les agates.

Ce qu'il y a de plus remarquable dans cette association de roches si hétérogènes, ce sont de grosses masses de roches cristallines, de forme irrégulière, allongées ordinairement dans le sens de

Dolomies
et roches
subordonnées.

Euphotides
dans les
dolomies.

la stratification des bancs de dolomie. Elles paraissent composées principalement d'une pâte feldspathique et amphibolique, dans laquelle existent des cristaux de diallage : elles ressemblent alors complètement aux autres euphotides de la contrée. Plus communément elles sont presque compactes, et assez semblables au trapp d'Almaden. Quelquefois enfin elles contiennent, comme substance dominante, du mica vert talqueux avec quelques mouches de pyrite, et souvent aussi une grande quantité de chlorite, qui lui donne une couleur verte foncée. Cette couleur des roches cristallines les distingue très-nettement de la masse dolomitique; et, d'un autre côté, elles se trouvent mises en évidence par l'exploitation même qui se porte uniquement sur la dolomie, et qui les a par suite dégagées sur une grande partie de leur surface.

La fig. 10 de la *Pl. VI* rappelle ces diverses circonstances : *a a* sont les couches de marnes argileuses et de calcaire d'eau douce coquiller; *b b* les couches de dolomies et des roches subordonnées; *c c* enfin, les masses d'euphotides chloriteuses. Tout ce système est évidemment en stratification concordante; il y a cependant quelques variations dans la direction des couches : celles qui sont à l'ouest de la colline sont dirigées ouest 68° nord : au milieu de l'escarpement, une très vaste cavité, pratiquée dans le sens des bancs de dolomie, est orientée ouest 65° nord; enfin vers l'est où les roches non dolomitiques deviennent dominantes, la déviation de cette direction commune s'étend jusqu'à l'ouest 55° nord. L'inclinaison est à peu près constante et plonge toujours vers l'est de 75° environ.

On ne trouve aucune trace de dolomies dans les roches de transition, au milieu desquelles est enclavé le terrain tertiaire de Badajoz : il me semble donc impossible d'expliquer les faits que je viens de décrire, en admettant que la formation de ces dolomies et des roches subordonnées soit antérieure à celle du calcaire lacustre. Si l'on prend en considération la concordance de stratification de toutes les roches de la colline de Badajoz, le passage subit des calcaires lacustres et des marnes argileuses aux dolomies cristallines et aux roches schisteuses qui alternent avec elles, le contact de ces dernières avec les masses d'euphotides qui y sont comme injectées, enfin l'ensemble des circonstances qui prouvent que l'intercalation des euphotides dans le sol de l'Estramadure est postérieure au dépôt des terrains tertiaires les plus modernes, il semble qu'on ne peut se refuser à admettre que l'ensemble du terrain dolomitique de Badajoz est une altération de la formation lacustre, et que cette modification est en connexion avec l'infiltration des masses d'euphotides. Beaucoup de rapprochemens purement minéralogiques, que j'ai faits sur les lieux, conduisent à la même conclusion, qui paraît encore assez évidente à la simple inspection des roches que j'ai recueillies dans cette localité intéressante.

L'analyse de deux variétés de la dolomie de Badajoz a donné :

Chaux.	0,300	0,290
Magnésie.	0,192	0,184
Protoxide de fer.	0,026	0,043
Acide carbonique.	0,464	0,452
Partie terreuse.	0,005	0,022
Totaux.	0,987	0,991

Transformation du calcaire d'eau douce en dolomie.

Composition de la dolomie de Badajoz.

En sorte que la composition de la roche, à l'état de pureté, est évidemment représentée par la formule : $\text{Ca C}^3 + (\text{Mg}, \text{Fe}) \text{C}^2$.

Le phénomène que je viens de décrire n'est, au reste, qu'un exemple de plus à joindre à beaucoup de faits du même genre : il présente seulement la particularité de se rattacher à une époque plus récente que la plupart de ceux qui, à ma connaissance, ont été décrits jusqu'ici.

9 Terrain tertiaire (3^e. étage), ou terrain de transport ancien.

Abondance
de ce terrain
en Espagne.

J'ai déjà indiqué dans l'itinéraire de mon voyage (Ann., 5^e s., t. V) le rôle important que jouent les terrains tertiaires dans le centre de la Péninsule : les vastes plateaux des Castilles et de la Manche, et les plaines de l'Andalousie, ne sont guères composés que de ces modernes formations. Je ne doute pas qu'une étude approfondie de ces terrains n'y fasse découvrir les trois grandes divisions qu'on observe en d'autres parties de l'Europe, dans des terrains du même âge. J'ai souvent observé, à la surface du sol des Castilles, des dépôts qui paraissent formés à la suite d'un transport violent, et qui, sous ce point de vue, diffèrent complètement des marnes, des gypses et des calcaires compactes sur lesquels ils reposent. Ils se composent principalement de cailloux roulés, quartzeux, très durs, de forme arrondie, tantôt accumulés en grandes masses sans consistance on empâtés par un ciment grossier, et tantôt disséminés dans des argiles ferrugineuses. Quelquefois enfin cette formation de transport est simplement représentée par des sables plus ou moins grossiers et par des argiles. L'ensemble des obser-

vations que j'ai faites en Espagne m'a prouvé que ce terrain de transport appartient, comme celui du système des Alpes, à la troisième période tertiaire. Dans la Vieille-Castille, il est superposé à des calcaires d'eau douce qui appartiennent à l'étage moyen ; sur le bord de la Méditerranée, de Malaga à Gibraltar, il renferme des coquilles caractéristiques du troisième étage tertiaire : près de Marbella, il est en outre superposé à des roches qui contiennent des coquilles et des végétaux du deuxième étage. Dans les plaines de Murcie, à l'ouest du cap Palos, M. Silvertrop a observé des couches tertiaires horizontales reposant sur un terrain tertiaire coquiller, que M. Deshayes a classé dans le deuxième étage. En un mot, la présence de grandes masses de terrains de la troisième période tertiaire sur le sol de l'Espagne me paraît au nombre des vérités les mieux démontrées.

Dans la contrée, qui fait particulièrement l'objet de ce mémoire, le terrain de transport de l'Andalousie recouvre le deuxième étage tertiaire légèrement soulevé près de Cordoue : j'ai même trouvé, à l'est-nord-est de cette ville, une formation argileuse avec cailloux roulés, superposée au calcaire coquiller dans lequel j'ai observé les oursins et les térébratules de la Corse.

Le terrain de transport du bassin de Badajoz est principalement formé de conglomérats et de cailloux roulés avec argiles, formant des plateaux qui atteignent 60 à 80 mètres au-dessus du Guadiana. Tel est le plateau à surface horizontale sur lequel est situé le village de Lobon à l'est de Badajoz. Les fragmens de conglomérats sont en général formés de quartzites, de grauwackes, de schistes

Cordoue.

Bassin
du Guadiana

Lobon.

et autres roches de transition qu'on voit encore en place dans le pays; les gros cailloux roulés, au contraire, et notamment ceux qu'on rencontre dans le bassin du Rio-Gargaliga, présentent communément, comme matière dominante, des quartzites rougeâtres, grenus, qu'on ne voit nulle part en place dans le pays et qui semblent y avoir été amenés après un assez long transport. Les plaines basses de la Serena, et celles qui bordent souvent les deux rives du Guadiana jusqu'aux collines de Badajoz, sont composées d'un sable quartzueux extrêmement fin. Enfin les collines qui avoisinent le même fleuve, aux environs de Guareña et de Villa-Gonzalo, sont principalement formées de ces terrains argileux, avec ou sans cailloux roulés, si renommés par leur fertilité, et connus dans le pays sous le nom de *tierra de barros* (terre d'argile). Comme particularité intéressante, on observe dans ces collines de nombreux affleurements d'euphotides.

J'ai encore à signaler ici, par une sorte d'appendice à la formation que je viens de décrire, un grand nombre de lambeaux de matières de transport, qui recouvrent çà et là les roches de transition du pays. Rarement ces petites formations superficielles sont le produit d'une véritable sédimentation; elles doivent en général leur origine à la désagrégation opérée à la surface des roches par les agens atmosphériques et à un transport dû à des causes tout-à-fait locales. Ces matières incohérentes, formées de débris anguleux des roches voisines et de substances pulvérulentes ne peuvent être rattachées à aucune période géologique, puisque les débris qui se forment journellement continuent de se mê-

Rio-Gargaliga

Plaines de la Serena.

Collines de Guareña.

Tierra de barros.

Amas de fragmens épars sur le sol.

ler avec ceux des époques précédentes. Ces dépôts prennent parfois une véritable importance, au point de masquer sur une étendue de plusieurs kilomètres les caractères de la roche qui forme la base du sol. Dans quelques points il me semble impossible de les distinguer du dépôt de transport ancien; parmi les cas les plus douteux, je signalerai surtout les argiles rouges ferrifères avec fragmens de quartzites qui recouvrent les flancs des collines d'Almaden. Ces amas de détritits ne se voient jamais sur les plateaux horizontaux; ils sont au contraire fort abondans sur toutes les pentes de montagnes et en particulier sur celles des petites chaînes à sommets quartzueux. La masse la plus considérable de débris que j'aie observée en Estramadure, est celle qui existe entre les chaînes qui bordent la rive droite du Guadalmez. C'est ici le lieu de remarquer que les gros blocs de grès friable, qui dominent cette formation de fragmens (page 321), font peut-être partie d'une formation tertiaire.

Gîtes de minerais.

Les terrains anciens de l'Estramadure renferment une grande variété de substances métalliques; mais la description détaillée de tous ces gîtes ne pourrait trouver place que dans un mémoire spécial. Pour abrégé autant que possible cette partie de l'histoire minéralogique de la contrée, j'ai indiqué sur la *Planche V*, par des signes particuliers, tous les dépôts de minerais dont j'ai reconnu l'existence: j'ai distingué avec soin les mines abandonnées de celles qu'on exploite aujourd'hui, ou qui, étant restées intactes jusqu'ici, m'ont paru mériter quelques travaux de recher-

che. Je me contenterai d'ajouter ici, à ces renseignements, de courtes observations.

Mercure.

Le mercure forme des dépôts extrêmement puissans dans la contrée d'Almaden : les minerais composés de cinabre et de mercure natif sont concentrés principalement dans la colline sur laquelle est bâti ce bourg, et dans celles qui entourent le village d'Almadenejos. La petite coupe jointe à la *fig. 3* de la *Pl. VII* donne un aperçu de la disposition des gîtes de mercure dans la colline d'Almaden, et de leur section horizontale à la profondeur de 250 mètres environ. Ils se composent principalement de deux grands filons parallèles, presque verticaux, distans de 20 mètres environ, et dont le prolongement viendrait affleurer à la surface du sol, à peu près sur la ligne de faite de la colline. Leur puissance moyenne est de 8 mètres environ ; mais dans les points de croisement, et, par exemple, dans la partie de la mine, dite de San-Pedro, j'ai vu des massifs de minerai dont la puissance excédait 15 mètres. Ainsi que je l'ai indiqué sur la *fig. 3, Pl. VII*, les diverses parties du gîte d'Almaden portent des noms différens : ces élémens de filons se rattachent assez distinctement aux deux directions qu'on observe dans les accidens du terrain de transition de la contrée, et qui s'écartent peu l'une et l'autre de la ligne est et ouest. La première direction, est 10° sud, est visible depuis l'extrémité orientale de *San-Diego á levante* jusqu'à l'ouest de *San-Pedro* : dans le filon le plus septentrional, on la retrouve encore depuis l'extrémité orientale de *San-Francisco á levante* jusqu'à l'extrémité occidentale de *San-Francisco á poniente*. La seconde direction, est 10° nord, est au contraire très distincte, dans

Disposition
des filons
d'Almaden.

toute l'étendue du filon de *Santa-Clara*, jusqu'au grand puits *San-Teodoro* pratiqué pour l'extraction et l'épuisement, à l'extrémité sud-ouest du gîte qui se termine brusquement vers ce point : on retrouve encore la direction est 10° à 12° sud dans le filon de *San-Nicolas*.

Les roches que traversent les filons et que j'ai observées dans les galeries de traverse à toutes les profondeurs, sont les mêmes que celles qui composent tout le pays : ce sont principalement des quartzites et des schistes argileux. A l'extrémité ouest-sud-ouest de *Santa-Clara*, il existe un dépôt d'une roche particulière, qui, à cause de sa couleur grisâtre, assez semblable à celle de l'habit de certains ordres religieux (*frayles*), est connue des mineurs sous le nom de *fraylesca*. C'est une brèche formée de petits fragmens distincts de schistes talqueux ou argileux, d'un gris plus ou moins foncé : ils sont quelquefois tellement fondus ensemble que la *fraylesca*, prenant une structure compacte, ressemble alors un peu à certains porphyres. Cette roche est tenace quoique très facile à entailler ; aussi sa présence rend-elle de grands services à l'exploitation : le puits de *San-Teodoro*, de 300 mètres de profondeur, creusé en entier dans cette roche, n'a jusqu'ici exigé aucune dépense de boisage ou de muraillement. C'est encore dans la *fraylesca* que l'on pratique ces immenses réservoirs imperméables, dans lesquels on accumule la faible quantité d'eau qui suinte des diverses parties de la mine pour l'extraire, à des intervalles réguliers, à l'aide d'une machine à vapeur. Le dépôt de *fraylesca* est isolé à l'extrémité sud-ouest du gîte d'Almaden : ses limites ne sont guères connues, mais il est certainement distinct

Roches
encaissant les
filons.

des roches de transition, aux dépens desquelles il est formé : il est probable qu'il y a connexion entre son origine et celle des filons.

Composition
des filons.

Les filons eux-mêmes sont principalement formés de quartz grenu compacte, imprégné de cinabre et d'une petite quantité de mercure natif : quelquefois la gangue du minerai est un schiste argileux, noir, bitumineux, qui devient blanc ou rougeâtre par le grillage qu'il subit dans les fourneaux. Par suite du magnifique système d'exploitation usité aujourd'hui, la masse des filons, malgré sa grande épaisseur, est extraite en entier ; on la passe également tout entière dans les fourneaux, où elle rend moyennement 0,10 de mercure. Il n'est pas rare de trouver dans les filons des masses considérables de cinabre absolument pur, et ces belles géodes de cristaux, qui font l'ornement des collections. Parmi les substances qu'on y rencontre accidentellement, j'ai déjà signalé des boules quelquefois très grosses de l'euphotide cristalline qu'on trouve à la surface du sol, à peu de distance d'Almaden. Le minerai est constamment séparé de la roche encaissante par une salbande de quelques centimètres d'épaisseur : celle-ci est formée de quartz compacte, gris-noir, moucheté de pyrite et de cinabre.

Richesse
du minerai.

Le mètre cube de minerai brut rend moyennement 325 kilog. de mercure : c'est peut-être la manière la plus riche qui soit exploitée d'une manière suivie, et l'on conçoit que tout système rationnel d'exploitation appliqué à ces filons doit être tel qu'il ne reste dans la mine aucune parcelle d'une substance aussi précieuse. Le problème que le mineur avait à résoudre à Almaden était donc d'extraire en totalité des bancs presque verticaux

de minerai ayant 8 à 10 mètres de puissance. Il était utile de prévenir l'éboulement des anciens travaux, afin que l'on pût aisément, à chaque époque, entreprendre des recherches sur toutes les parois qui avaient été précédemment en contact avec le minerai. Enfin l'augmentation graduelle de la richesse des filons, avec la profondeur, invitait naturellement le mineur à fonder des travaux pour un avenir éloigné.

Pendant long-temps on n'employa que le boisage pour soutenir les vides produits par l'exploitation ; mais, vers la fin du dernier siècle, on reconnut que les ressources du pays ne permettraient pas long-temps de persévérer dans ce système ; de violents incendies avaient d'ailleurs prouvé suffisamment, à diverses époques, les inconvénients de ce mode de soutènement, et l'on se décida enfin à le remplacer par le muraillement dans les nouvelles tailles.

Mode
d'exploitation.

Ce n'est point ici le lieu de décrire avec détail le mode d'exploitation usité aujourd'hui à Almaden ; mais comme il a donné lieu au plus beau développement de travaux qui existe peut-être en ce genre en Europe, je crois qu'il n'est pas hors de propos d'exposer ici le principe sur lequel il repose.

Les filons sont divisés, par des galeries d'allongement percées dans la direction du gîte, en massifs épais de 28 à 30 *varas* (1) : ceux-ci sont tous exploités de la même manière, il suffit donc de donner un aperçu du mode de préparation et d'exploitation de l'un de ces massifs.

Le grand puits de San-Teodoro étant foncé à

(1) 1 vara = 0^m,835.

la profondeur où l'on veut établir un niveau (*piso*), le 8°. par exemple, on commence à percer dans le gîte une galerie d'allongement à peu de distance du mur, ou même au contact de celui-ci, en laissant par conséquent entre cette galerie et le toit une grande épaisseur de minerai. Pendant ce temps, on continue le percement du puits jusqu'à ce que l'on soit parvenu à la profondeur du 9°. niveau, où l'on commence une nouvelle galerie. Dans le même temps encore, on commence l'exploitation du minerai, situé au-dessous du 8°. niveau, en pratiquant du mur au toit, perpendiculairement à la direction du gîte, une série de tailles larges de 4 varas et séparées par des massifs de même largeur qu'on laisse d'abord intacts. Comme on se trouve peu gêné par les eaux dans les niveaux inférieurs, on peut ainsi approfondir ces tailles jusqu'à la galerie inférieure, qui se poursuit en même temps que ces tailles en descendant. Ce travail achevé, on a enlevé la moitié de la masse du filon entre les deux niveaux, et les parois du gîte restent soutenues par massifs intacts de minerai. C'est alors que commence une seconde partie de l'exploitation : elle se compose de deux opérations que l'on mène de front : le muraillement et l'enlèvement des massifs qui avaient été ménagés jusque-là.

Travail
en remontant.

Ce double travail s'exécute en remontant de la manière suivante : on pratique au 9°. niveau, dans le toit et dans le mur, au-dessus de chacune des tailles pratiquées précédemment, deux entailles sur lesquelles on fonde les extrémités d'une voûte qui est destinée à supporter un massif de maçonnerie, dont le volume est précisément le même que celui du massif de minerai enlevé précédemment. On

élève ensuite ce mur jusqu'au 8°. niveau où il se raccorde avec un mur entièrement semblable qui avait été construit précédemment entre le 7°. et le 8°. niveau. Le minerai enlevé par la taille en descendant se trouve donc remplacé en totalité par un massif de maçonnerie qui sert définitivement de support aux parois du filon, quand on a enlevé les massifs de minerai qui restaient compris entre les premières tailles. Ces derniers sont exploités en remontant à mesure que le muraillement s'élève, en sorte que dans cette seconde partie de l'exploitation la somme des vides reste constamment égale à la somme des pleins.

On voit donc que les diverses conditions posées ci-dessus se trouvent remplies par le mode d'exploitation, et qu'après l'enlèvement d'un massif de minerai compris entre deux niveaux, celui-ci se trouve remplacé par une série de murailles de 4 varas d'épaisseur, allant du mur au toit et séparées par des vides de même volume. Ces massifs de maçonnerie sont entièrement pleins, à l'exception de petites ouvertures ménagées à chaque niveau pour maintenir la liberté de circulation dans l'espace occupé primitivement par les galeries d'allongement.

Remblais.

Dans le but de ménager de plus grandes réserves en minerai, et aussi parce que le travail en remontant est plus avantageux que les tailles en descendant, on conserve souvent, entre ces dernières, 12 varas de minerai intact. Mais en enlevant plus tard ces larges massifs par un travail à gradins renversés, on élève toujours les murs à la distance de 4 varas, afin qu'ils se raccordent avec ceux qui existent aux niveaux supérieurs.

En mai 1825, l'exploitation était parvenue

Avancement des travaux. entre le 7^e. et le 8^e. niveau. La galerie d'allongement au 8^e. niveau, dans le filon de *San-Diego á levante*, avait 35 varas de longueur, et le puits de San-Teodoro était foncé à 8 varas au-dessous de cette galerie. Lorsque je visitai Almaden, en mai 1833, la principale partie de l'exploitation était dirigée sur le massif compris entre le 8^e. et le 9^e. niveau. La galerie d'allongement au 8^e. niveau était percée en entier; plusieurs tailles en descendant avaient dépassé la demi-distance des niveaux; enfin le puits de San-Teodoro, approfondi à 27 varas au-dessous du 8^e. niveau, devait atteindre, 3 varas plus bas, le niveau inférieur.

Les niveaux se comptent à partir d'une galerie d'écoulement pratiquée à 52 $\frac{1}{2}$ varas au-dessous de l'orifice du puits. En mai 1833, la profondeur totale de ce puits était de 307 varas.

La production annuelle des mines d'Almaden et d'Almadenejos est portée aujourd'hui à 22,000 quintaux (1,029,000 kilog.) de métal. Ce pays fournit à lui seul deux fois autant de mercure que toutes les mines connues dans la Carniole, la Hongrie, le Palatinat et le Pérou.

Argent. Suivant la tradition, plusieurs mines d'argent ont été anciennement exploitées en divers points de l'Estramadure et de la Sierra-Morena : les plus connues sont celles de Guadalcanal; mais on n'y fait guères aujourd'hui que des travaux de recherche. J'ai donné ailleurs (*Itin., t. V*) quelques détails circonstanciés sur ces mines et sur celles de Cazalla, qui ont été exploitées dans l'antiquité et dans le moyen âge, et d'où on a extrait surtout d'abondans produits vers le milieu du dix-septième siècle. Les filons sont situés dans les schistes de transition: les plus riches sont en tout sem-

blables à ceux d'Andreasberg au Hartz: ils sont formés de calcaire spathique, présentant accidentellement de l'argent à l'état de combinaison avec le soufre, l'antimoine et l'arsenic. L'exploitation actuelle ne produit que très peu d'argent; il est probable cependant que les anciens n'ont pas complètement épuisé le sol. Dans ce district si riche en filons, la persévérance du mineur réserve sans doute à l'avenir d'utiles découvertes.

Il existe encore, dit-on, aux environs de Logrosan et de Zafra, des mines d'argent sur lesquelles on n'a fait que peu de recherches. Enfin, j'ai entendu dire, en traversant la Sierra-Morena, qu'on commence à exploiter des minerais à Almaden de la Plata, à 4 miriamètres à l'ouest du Pedroso, et que les travaux s'y poursuivent avec plus de succès qu'aux mines de Guadalcanal.

J'ai appris dans le pays que l'on avait exploité, dans le dernier siècle et à une époque encore plus ancienne, des mines d'argent dans le centre de la formation granitique de Quintana, au milieu des collines qui existent entre ce village et le bourg de Castuera; j'ai vu en effet, au lieu dit *El Chantre*, des indices de travaux souterrains assez considérables. Dans l'état actuel des choses, il est assez difficile de se faire une idée exacte de la nature du minerai qu'on y exploitait autrefois: je n'ai rencontré, dans les déblais et dans les roches qui forment les parois des galeries, que des mouches de pyrite et de galène.

La galène est répandue avec profusion en amas et en petits filons dans les roches stratifiées du terrain de transition; il n'est guères de district dans lequel on ne rencontre des affleuremens de ce minéral; mais dans aucun lieu il ne paraît

Almaden
de la Plata.

El Chantre.

Galène.

former de gîtes puissans. La teneur en argent, dans tous les échantillons que j'ai recueillis, est toujours beaucoup trop faible pour que la galène puisse être avantageusement traitée comme minerai d'argent. Mon ami E. Defourcy, élève ingénieur des mines, a fait l'essai de plusieurs variétés de galène de l'Estramadure; il a obtenu, avec des schlichs bien lavés, les proportions de plomb et d'argent suivantes:

LOCALITÉ d'où PROVIENT LA GALÈNE	POUR 1,000.		AU QUINTAL ANCIEN.		GANGUF DE LA GALÈNE.
	PLOMB	ARGENT.	PLOMB.	ARGENT	
			liv. on.	gros. s.	
Colline de la <i>Cardosa Alta</i> , près de Llerena.	0,793	0,00063	79	5 8	5 Baryte sulfatée.
Mine de <i>Los Pobres</i> , près de Llerena. . . .	0,752	0,00047	75	3 6	0 Fer carbonaté.
<i>Aldea Nueva de Centenera</i> , près de Truxillo.	0,789	0,00035	78	14 4	34 Blende.
<i>San Calisto</i> (Sierra-Morena).	0,630	0,00030	63	0 3	60 Calcaire, antimoine sulfuré mélangé intimement avec la galène.

Les potiers de l'Estramadure, et des pays situés au nord du Tage, tirent aujourd'hui l'alquifoux des mines de l'Andalousie; mais le prix des transports étant fort élevé, il est probable que les gîtes de l'Estramadure offriront un jour à cette industrie une utile ressource. Aujourd'hui même les bergers industriels occupent quelquefois leurs loisirs en recueillant, pour cette destination, des fragmens de galène épars à la surface du sol.

Cuivre.

Les minerais de cuivre se trouvent dans les mêmes circonstances que la galène: ce sont des cuivres pyriteux et des cuivres carbonatés bleus et

verts. Le minerai le plus commun offre des caractères assez particuliers: c'est un mélange intime de cuivre carbonaté vert et de fer hydraté, disséminé dans une gangue de quartz. Le minerai, grossièrement trié au marteau, contient moyennement 30 pour 100 de cuivre, et le quartz et l'oxide de fer ramené au *minimum* sont en général dans la proportion nécessaire pour former une scorie fusible. J'ai trouvé des minerais de ce genre près de Talarrubias, où ils forment des veines irrégulières à la surface du sol. Au nord d'Añora, au lieu dit *Almadenes de Casa Blanca*, des minerais semblables à ceux de Talarrubias existaient anciennement sous forme d'amas dans les schistes du terrain de transition inférieur: on voit encore en cet endroit les restes de grands travaux d'exploitation. Enfin, j'ai retrouvé quelques fragmens du même minerai au nord-est de Cordoue, dans la Sierra-Morena, au milieu des déblais d'anciennes excavations. L'essai par voie humide m'a indiqué dans ces trois variétés:

Minerais remarquables.

Talarrubias.

Almadenes de Casa-Blanca.

Sierra-Morena.

ÉLÉMENTS DES MINERAIS.	TALARRUBIAS.	ALMADENES	SIERRA-
		DE CASA BLANCA.	MORENA PRÈS DE CORDOUE.
Oxide de cuivre.	0,378	0,461	0,636
Eau et acide carbonique.	0,164	0,185	0,254
Hydrate de fer.	0,288	0,291	0,065
Quartz.	0,160	0,050	0,030
Total	0,990	0,987	0,985
Cuivre métallique.	0,302	0,368	0,508

La première analyse donne la teneur moyenne de plus de cinquante quintaux de minerai gros-

sièrement trié au marteau. Les deux autres ont été faites sur les parties les plus pures extraites de plusieurs fragmens trouvés dans les déblais d'anciennes exploitations.

Garlitos.

J'ai déjà parlé du grand filon exploité anciennement dans le granite de Garlitos; le minerai de cuivre y avait pour gangue du fer carbonaté. On a fait dernièrement quelques travaux de recherche aujourd'hui abandonnés sur un autre gîte de minerai de cuivre dans la formation granitique au sud de Castuera; j'ai vu enfin de très beaux fragmens de cuivre carbonaté bleu dans le voisinage de filons de baryte sulfatée, intercalés dans le calcaire de

Llerena.

Llerena. Ces dépôts, malgré la richesse du minerai ont tous l'inconvénient de n'offrir aucune régularité dans leur allure, au moins jusqu'à une petite profondeur au-dessous de la surface du sol.

Antimoine.

Je n'ai point rencontré de gîte d'antimoine dans la contrée qui fait l'objet de ce mémoire; mais j'ai appris qu'on avait exploité, dans le siècle dernier, des mines de ce métal dans les montagnes de la Manche. On trouve souvent dans le lit de Guadiana, de gros blocs d'antimoine sulfuré. J'ai rapporté de beaux échantillons extraits d'une masse de vingt kilogrammes environ trouvée au nord de Talarrubias, au lieu indiqué sur la carte.

Minerais de fer.

Le minerai de fer est encore plus abondant en Estramadure que ceux dont je viens de parler: j'en ai observé plusieurs dépôts assez puissans qui seront sans doute exploités un jour avec profit. Ils sont tous composés de fer oxidé rouge passant au fer oligiste et à l'hématite rouge et brune, et affectent un gisement uniforme et fort remarquable; ils forment des filons, des amas et même des couches intercalés dans ces bancs de quartzites

Gisement remarquable.

qui dessinent toutes les crêtes des petites chaînes de l'Estramadure. J'ai vu particulièrement de pareils gîtes de minerais dans la chaîne qui s'étend de Cabeza del Buey à Castuera; dans la Sierra de Larès, où l'on a extrait dernièrement, pendant la durée de quelques travaux de recherche, plus de cent quintaux d'un minerai absolument pur; enfin dans la Sierra d'Orellana, où il existe de vastes excavations produites par l'exploitation de ce minerai. Ce dernier gîte est loin d'être épuisé: il m'a été indiqué par les habitans d'Orellanita, qui ignorent à quelle époque remonte cette exploitation. On ne voit aucune trace d'établissement métallurgique sur les bords du Guadiana qui coule au pied de cette chaîne: il existe au contraire, au dire des habitans, beaucoup de scories dans la montagne, ce qui semble indiquer que le minerai y était traité, à proximité du combustible, dans des forges à bras.

Castuera.

Larès.

Orellana.

Sur les montagnes de transition qui bordent la rive droite du Rio Guezna, il existe des couches presque inépuisables de minerai de fer oligiste, qui alimentent aujourd'hui les forges du Pedroso. Le quintal métrique de minerai abattu vaut, sur la mine, 0^f,11; ce même minerai, après un transport de 4 kilomètres, un cassage et un grillage, vaut, rendu au gueulard du haut-fourneau, 0^f,53; il donne 0,62 de fonte de bonne qualité; en sorte que le minerai n'entre que pour 0^f,87 dans le prix de revient d'un quintal métrique de fonte.

Le Pedroso.

En résumé, en faisant abstraction des mines d'Almaden, si l'on considère le morcellement des gîtes de minerais de l'Estramadure, la situation méditerranée de cette province et sa configuration topographique qui rend les transports si coûteux,

il semble que, malgré sa richesse en minéraux métalliques, ce pays n'est point destiné à devenir un de ces foyers d'industrie dont le développement produit au loin une révolution dans le commerce des métaux. Il est probable, toutefois, que les mêmes circonstances y favoriseront un jour l'établissement de ces petites exploitations, qui, en disséminant l'industrie sur tout un territoire, introduisent l'habitude du travail, l'aptitude à exécuter des travaux variés, et en général l'esprit des spéculations industrielles dans toutes les classes de la population.

Influence de la nature du sol sur la distribution des cultures et des populations.

La plupart des auteurs qui ont écrit sur l'Estramadure, frappés du faible rapport qui existe aujourd'hui entre l'étendue du sol cultivé et la surface totale de la province, ont déploré l'état de décadence où se trouve cette partie de l'Espagne. Les traces de cette décadence sont en effet assez visibles sur les rives du Guadiana, où de grandes cités romaines sont transformées aujourd'hui en misérables bourgades : d'un autre côté, les causes qui ont amené cet état de choses, et qui pèsent encore en partie sur ce pays, ne sont que trop évidentes. On se tromperait cependant beaucoup si, pour calculer la population de l'Estramadure aux époques de sa plus grande prospérité, on prenait pour base l'étendue du territoire ou le décroissement du nombre d'habitans dans quelques villes autrefois très florissantes. Il est aisé de prouver que, dans tous les temps, les conditions du développement de la population ont été fort différentes

dans les diverses parties de cette province, et que, dans plusieurs d'entre elles, les circonstances naturelles n'ont jamais donné beaucoup de prise à l'industrie de l'homme. Il n'existe peut-être pas de contrée dans laquelle cette inégalité soit liée plus intimement à la nature du sol. Pour prouver jusqu'à quel point s'étend cette influence, je résumerai ici en peu de mots, sous une forme particulière, les caractères des trois grandes formations qui constituent le sol de l'Estramadure : le terrain de transition, le granite et le terrain ter-

Le terrain de transition est en général beaucoup moins fertile que les deux autres ; on observe toute fois des nuances assez tranchées dans les ressources que cette partie du sol offre à l'agriculture.

Dans toute l'étendue de ces plateaux qui bordent la rive gauche de Guadiana, on ne voit souvent, à la surface du sol, aucune trace de terre végétale. Une herbe fine et épaisse, mêlée de labiées aromatiques, de diverses liliacées, et surtout d'asphodèles, croît littéralement sur la tranche des couches verticales de schistes et de grauwackes. Ces végétaux herbacés servent de pâture pendant l'hiver et le premier printemps, à ces innombrables troupeaux voyageurs, qui dès la fin d'avril s'acheminent à travers la Nouvelle-Castille, vers les sources du Tage. La floraison de ces plateaux est admirable au commencement de mai ; mais toute verdure disparaît aux premières chaleurs de l'été : alors, aussi loin que la vue peut s'étendre dans ces vastes pâturages, on n'aperçoit plus qu'un sol brûlé, dégarni d'arbres et même de buissons : c'est à peine si, de loin en loin, quelques chênes verts peuvent introduire leurs ra-

Terrain de transition.

Pâturages de l'Estramadure.

cines dans ce sol aride; leur misérable feuillage n'a jamais donné d'ombre, et je ne sais si cette triste végétation ne produit pas chez le voyageur un sentiment plus pénible qu'une stérilité absolue. On ne trouverait donc, dans cette partie centrale de l'Estramadure, qu'un petit nombre de localités où il fût possible de fonder des entreprises agricoles. On y rencontrerait surtout rarement ces amas de pierres éparses sans lesquelles il n'y a pas de culture possible dans le pays: cette condition est en effet de première nécessité, parce qu'avant de songer à exploiter un terrain, il faut l'enclorre d'un mur de pierres sèches et le mettre ainsi à l'abri des ravages des troupeaux qui, sans contestation, sont en possession de toute la contrée.

Fertilité du plateau au pied des chaînes isolées.

Les circonstances sont différentes sur les pentes inférieures des chaînes isolées qui sont enclavées dans la contrée que je viens de décrire. Des cultures florissantes se sont établies sur un sol meuble assez épais, et les fragmens de roches qui se détachent des cimes les plus escarpées leur fournissent en abondance des moyens de clôture. Souvent des sources d'eaux vives sortent du pied des roches quartzieuses, et arrosent de fertiles jardins où croissent les arbres fruitiers du nord et du midi de l'Espagne. Malgré l'élévation du plateau, on voit déjà sur les pentes exposées au midi des plantations d'orangers; mais ceux-ci, non plus que le palmier nain, le dattier, l'agave d'Amérique, le cierge raquette, ne trouvent le climat qui leur convient que sur le revers de la Sierra-Morena, qui regarde la plaine d'Andalousie. C'est dans les lieux qui réunissent ces diverses conditions que sont situés les principaux villages du pays; telle est, en particulier, la situation de la Puebla-d'Alcocer, Zarza,

Esparagossa - de - Larès, Cabeza - del - Buey, Casuera, Orellana, etc.

Enfin toutes les parties montagneuses du terrain de transition présentent assez souvent des circonstances favorables à la culture, mais jusqu'ici on n'en a guères tiré parti. Elles sont en général assez bien boisées; toutefois la végétation qui les recouvre n'a pas la moindre ressemblance avec celle des districts forestiers de la France ou de l'Allemagne. Dans les localités les mieux pourvues d'arbres, ceux-ci sont toujours très clairsemés; ensorte qu'après avoir parcouru le pays on reconnaît sans étonnement que les habitans de la province ne connaissent pas d'expressions équivalentes à celle de *bois* ou de *forêt*. Sur les collines et les plateaux qui s'étendent entre les formations granitiques d'Albuquerque, de Malpartide et de Montanchès, le sol est couvert de lièges et d'autres espèces de chênes à feuillage persistant; mais ces arbres sont toujours assez distans pour que le terrain puisse être en même temps cultivé en céréales. On retrouve encore cette culture singulière au sud de la Sierra-d'Almaden, où les arbres sont soigneusement conservés pour le service des mines; plus ordinairement le sol reste en friche et ne nourrit que des troupeaux de porcs et d'animaux sauvages.

Au reste, ces forêts imparfaites n'existent que dans les districts peu étendus: les autres montagnes de l'Estramadure, qui forment la moitié de la surface de la province, sont recouvertes de buissons épais, hauts de deux à trois mètres, qu'on ne peut traverser que par d'étroits sentiers pratiqués d'un village à l'autre. Ces massifs impénétrables dans lesquels on a fait souvent avec succès des tentatives

Végétation des montagnes boisées.

Végétation dominante en Estramadure.

de culture, croissent en général sur un sol de détritrus formé aux dépens du terrain de transition, et sont composés d'une grande variété d'arbustes qui, dans le nord de la France, sont l'ornement des jardins. On y voit de nombreuses espèces de cistes arborescens, et surtout le ladanifère, qu'on peut regarder comme l'arbrisseau dominant en Estramadure, où il atteint quelquefois jusqu'à 6 mètres de hauteur. A ce bel arbuste sont associés le pistachier lentisque, l'arbousier unedo, la bruyère en arbre, dont la racine donne un excellent charbon, le genêt d'Espagne, plusieurs espèces d'alaternes, le myrte commun qui abonde particulièrement sur les montagnes granitiques au sud du Pedroso, et enfin le laurier rose, dont les touffes épaisses remplissent le lit de tous les ruisseaux. La Sierra-Morena tout entière est couverte de ces végétaux; c'est leur feuillage sombre qui donne à l'ensemble de cette chaîne cette couleur obscure dont elle a tiré son nom (*montagne noire*). Ces combustibles pourraient être appliqués avec succès à une foule d'usages métallurgiques: depuis long-temps, aux environs d'Almaden, ils sont soigneusement aménagés pour le service des fourneaux de distillation.

Terrain de granite.

Obstacles à la culture.

Le terrain de granite est en général plus fertile que celui que je viens de décrire, et, toute proportion gardée, il alimente une population plus considérable. Il est souvent recouvert de rochers et de blocs entassés qui arrêtent à chaque pas le tracé des sillons; quelquefois même, comme sur le revers oriental de la chaîne granitique d'Albuquerque et aux environs de Garlitos, ces blocs sont tellement rapprochés, que le sol n'offre plus aucune prise à la culture; on y observe alors les mêmes

solitudes que dans les parties les plus arides du terrain de transition.

On reconnaît aisément, en parcourant le terrain ancien, que les efforts des agriculteurs se sont portés de préférence sur le sol granitique, malgré les obstacles naturels qu'ils n'ont pu vaincre, et qui donnent à ces cultures un aspect tout particulier. Aux environs de Torremocha, par exemple, au pied de la chaîne de Montanchès, on voit des collines granitiques bien cultivées, qui forment une ceinture autour du village: la surface du sol, déjà très inégale par suite du rapprochement des collines, est en outre recouverte de masses énormes de granite, dont l'ensemble constitue une sorte d'archipel dans le sol cultivable. Une grande quantité de chênes verts, épars sur le terrain dans l'état de nature, nourrissent de leurs fruits les troupeaux de pores, qui sont l'une des principales richesses du pays. C'est dans ce district de bois et de rochers que les habitans de Torremocha, obligés de dévier à chaque pas de la ligne étroite pour tourner un obstacle, tracent des sillons à double courbure, dont la forme bizarre ne se retrouve sans doute en aucune autre contrée. J'y ai vu récolter, dès le commencement de juin, de très belles moissons.

Fertilité de ce terrain.

Culture singulière.

L'industrie agricole a pris un assez grand développement dans les localités où le granite forme ces plaines si bien nivelées que j'ai décrites avec détail: les environs de Hinojosa jouiraient sans doute d'une prospérité plus grande que les parties les plus fertiles de la Touraine et de la Normandie, si les produits du sol y étaient répartis d'une manière plus équitable. Les villes un peu considérables, assises sur le terrain ancien, sont tou-

Plaines granitiques.

jours à proximité de ces sortes de plaines; telle est la situation de Cacerès, Truxillo, Hinojosa, Benalcazar, Puertoblanco, etc.

Terrain
tertiaire.

Plusieurs districts, appartenant aux formations anciennes, présentent ainsi çà et là des circonstances favorables à la culture; mais ce n'est que sur le terrain tertiaire que la population a jamais pris un grand développement. Les plaines du Guadiana et du Guadalquivir, avec leur sol profond desables et d'argiles, avec leur surface unie, si favorable au tracé des routes et aux travaux d'irrigation, offrent à l'agriculture des avantages qui manquent généralement dans le reste du pays. C'est sur ce terrain fertile que se sont développées, sous les Romains et sous les Arabes, tant de cités populeuses: Merida, dont les murs embrassaient une étendue immense et où l'on trouve à peine aujourd'hui quatre mille habitans; Cordoue qui, du temps d'Almanzor, occupait une longueur de plusieurs lieues sur les bords du Guadalquivir, mais qu'on ne pourrait maintenant classer en France que parmi les villes du troisième ordre; Séville enfin qui, bien déchue de son ancienne splendeur, renferme encore plus de cent mille habitans.

Dans ces heureuses contrées, où la nature a été si prodigue de ses dons, on ne voit aujourd'hui, entre les villes principales, que des campagnes en friche et de tristes bourgades, où il n'y a ni espoir pour le pauvre, ni sécurité pour le riche; avec d'autres institutions, et surtout avec d'autres mœurs, un peuple vingt fois plus nombreux y vivrait dans l'abondance.

(La fin à la prochaine livraison.)

SEPTEMBRE-OCTOBRE 1834.

ESSAI sur les Eaux thermales de Barèges; par *J.-G. Ballard*, in-8°. de 20 feuilles trois quarts, plus une carte.

— Paris, chez Levrault. Prix 4 fr.

RECUEIL DE MACHINES, instrumens et appareils qui servent à l'économie rurale et industrielle, et dont les avantages sont consacrés par l'expérience; par *Leblanc*, 2^e. partie, 6^e. livraison.—Paris, chez madame Huzard. Prix 6 fr.

COURS COMPLET D'ÉTUDES GÉOLOGIQUES, par des leçons et par des voyages; par *M. Nérée Boubée*. Prospectus d'un ouvrage en 8 volumes.

NOTICE sur l'amélioration des chaussées en cailloutis, des accotemens des routes et des chemins en terre; par *A.-R. Polonceau*, in-4°. de 9 feuilles et demie, avec addition d'une demi-feuille et 4 planches.—Paris, chez Carilian-Gœury.

EXPÉDITION SCIENTIFIQUE DE MORÉE, travaux de la section des sciences physiques, sous la direction de *M. Bory de Saint-Vincent*, 30^e. livraison, in-4°. de 6 feuilles. — Paris, chez Levrault.

HISTOIRE NATURELLE GÉNÉRALE ET PARTICULIÈRE des Mollusques vivans et fossiles, classés d'après les caractères essentiels de ces animaux et de leurs coquilles, publiée par monographies; par *MM. de Férussac, A. d'Orbigny* et plusieurs autres naturalistes. — MONOGRAPHIE DES CÉPHALOPODES CRYPTODIBRANCHES, 1^{re}., 2^e. et 3^e. livraisons, in-4°. de 5 feuilles, plus 3 planches. — Paris, chez A. Bentand. Prix de chaque livraison . . . 20 fr.

CATALOGUE de la collection minéralogique, géognostique et minéralurgique du département de la Loire inférieure, appartenant à la mairie de Nantes, recueillie

chargé de l'exploitation des minerais de fer, lequel les envoya à Rennes à l'un de nous, qui le premier a constaté, en mars dernier, que cette substance, recueillie par M. de Bellevue, était de l'étain oxidé.

Chacun de nous a depuis séparément visité le gîte, et nous avons réuni nos observations pour en faire une description plus complète.

Description
du filon
stannifère.

Au-dessous du moulin de la Villeder, indiqué sur la carte de Cassini, on trouve un filon de quartz dont la puissance n'est certainement pas moindre que 8 à 10 mètres. Il est même probable que cette puissance est beaucoup plus considérable; mais comme les parois du filon n'ont pas été mises à nu, il nous a été impossible de la constater avec précision.

Sa direction est à très peu près : nord 8°. ouest magnétique; son inclinaison d'environ 25 degrés vers l'est.

Le filon est divisé par lits de 50 centimètres. C'est d'après le plan de ces lits que nous avons déterminé l'inclinaison et la direction.

Il est reconnu sur une étendue de trois ou quatre cents mètres au moins, à partir du moulin de la Villeder, et marchant vers le nord. Vers le bas de la montagne les roches cessent d'être visibles; mais peut-être suffirait-il d'une tranchée pour prouver qu'il se prolonge au delà de la petite vallée, près de laquelle l'œil cesse de le suivre.

Quartz hyalin.

La roche est un quartz hyalin, parfois incolore, mais le plus souvent blanc, d'un éclat gras. Il est fétide, mais non par la simple impression du choc ou du frottement; lorsqu'il y a brisement, au contraire, la fétidité est très-distincte sur les surfaces

séparées par le choc. Les fragmens ainsi séparés coupent comme du verre.

Sur une grande étendue le quartz paraît être sans mélange d'autres substances. Il est quelquefois cristallin; les cristaux sont souvent colorés en brun, et ont leurs axes perpendiculaires au plan du filon.

L'étain oxidé n'est visible que sur une longueur peu considérable du filon. Il est ordinairement en cristaux bien formés, et forme de petits nids. Il est fréquemment accompagné de mica argentin. On peut dire même qu'il est rare qu'on trouve dans le filon l'étain sans mica, ou le mica sans étain.

Étain oxidé
et mica.

Le quartz qui contient l'étain a presque toujours une teinte verdâtre. Quelques échantillons présentent même une substance verte en petits cristaux microscopiques peu abondans; ils sont perforés comme s'ils avaient empâté une substance en aiguilles, qui plus tard aurait été enlevée par une cause inconnue.

Dans la partie du filon où l'étain se montre en plus grande quantité, le quartz présente de petits nids d'argile, du fer arsenical, et quelques cristaux d'émeraude. L'un de nous a laissé dans une géode deux émeraudes qu'il n'a pu détacher de la roche, et nous avons sous les yeux un échantillon d'un petit volume (20 à 30 centimètres cubes), dans lequel le quartz, le mica, l'étain oxidé, le fer arsenical et l'émeraude peuvent être aisément distingués.

Fer arsenical.

Émeraude.

Une autre substance minérale, bien qu'accidentelle, se présente plus fréquemment et plus abondamment que les deux précédentes dans le filon dont nous nous occupons : c'est le fer héma-

Fer hématite.

tite. Il s'y montre ordinairement en petits filets aplatis, de plusieurs millimètres d'épaisseur. Il existe notamment dans les petits intervalles qui séparent les lits de quartz, que nous avons indiqués ci-dessus comme partageant la masse du filon. Nous sommes portés à considérer ces veines ferrugineuses comme d'origine postérieure à celle du filon stannifère.

Tourmaline. En suivant le filon vers le bas de la montagne, du côté du nord, on ne trouve plus d'étain; mais on rencontre de la tourmaline, laquelle devient de plus en plus abondante, de telle façon que plus loin les roches sont presque uniquement composées de tourmaline.

Nous avons ci-dessus indiqué l'étain comme ne se trouvant que dans la roche de quartz et mica; cependant l'un de nous a ramassé un échantillon de la roche de quartz et tourmaline, qui contient des cristaux d'étain oxidé.

Roches voisines du filon. Nous n'avons pas pu observer les parois du filon, mais nous avons recueilli dans les débris de la carrière un échantillon contenant à la fois du granite et du quartz du filon, séparés par une couche de schiste d'un millimètre. Le granite contient beaucoup de quartz; il renferme en très petite quantité, une substance métallique, qui nous a semblé être du cuivre gris.

Granite. Non loin du moulin de la Villeder, le granite se montre à l'est et à l'ouest du filon, et conséquemment l'encaisse dans cette partie; mais il est bien possible que plus loin le filon pénètre dans le terrain de schiste, ou bien même qu'il forme la séparation des deux terrains.

Si on se dirige au nord-ouest vers Ste.-Catherine et St.-Aubin, on ne quitte plus la roche gra-

nitique. Sur la route de Vannes le granite ne commence à se montrer qu'au pont de Borel, et la petite rivière d'Ar coule à la séparation du terrain de schiste et du terrain granitique; à l'est le schiste, à l'ouest le granite.

En considérant la direction générale des couches de la Bretagne, on peut reconnaître que le granite de Ste.-Catherine est l'extrémité d'un petit cap qui s'avance à l'est, au milieu de la vaste formation schisteuse.

Le granite de Ste.-Catherine est bien stratifié; il présente plusieurs sens de division. Dans une carrière les bancs nous ont paru verticaux, et leur direction est de l'est à l'ouest de la boussole, ou plus exactement ouest 12° nord. Dans une autre carrière, la principale division des lits est presque parallèle au méridien magnétique: nous avons trouvé que leur direction était nord 8° ouest magnétique, et l'on peut remarquer que cette direction est exactement celle que nous avons observée pour le filon stannifère, tandis que l'autre se rapproche de la direction générale des couches de la contrée.

Le granite est partout à petits grains; le feldspath y est très abondant, ordinairement d'un blanc jaunâtre ou rougeâtre, et en partie décomposé; le mica y est blanc ou noir, et souvent même on trouve ces deux variétés de couleur dans un même échantillon. On y rencontre souvent du quartz en noyaux ou en petits filons, et ce quartz est ordinairement fétide.

Le terrain schisteux n'est pas visible près du filon; mais il est probable que les schistes viennent s'appuyer sur le granite très près des excavations faites dans le filon; en sorte que celui-ci

Schiste
argileux.

court à peu de distance de la limite des deux terrains.

Sur la route de Rennes à Vannes, et le long du canal de Nantes à Brest, du Roc-St.-André à Josselin, on trouve partout les schistes.

Près du pont du Roc, la direction est à très peu près sud-est; à une demi-lieue plus loin, sur la route de Vannes, elle est orientée à l'est-sud-est. Les couches inclinent de 65 à 70° au nord.

Cette roche de schiste se présente sur une grande étendue avec les mêmes caractères: sa couleur est d'un gris verdâtre; elle est tendre, onctueuse au toucher, et contient un grand nombre de petits noyaux de quartz, dont quelques-uns sont fétides. Dans quelques échantillons, on distingue de petits cristaux microscopiques qui donnent à la roche l'aspect de certains schistes maclifères de la Bretagne.

Vers le sud-ouest, ces schistes se lient aux ardoises de Callac, pendant que vers le nord-ouest ils supportent les ardoises exploitées près de Ploermel.

Cette formation paraît devoir être rangée dans le terrain de grauwacke.

Terrain de transport en couches horizontales.

A peu de distance du filon stannifère, vers l'est et le sud-est, on trouve des quartz roulés, des cailloux jaunes avec des sables et des argiles, ainsi qu'un grès ferrugineux. L'on suit jusqu'à la route de Vannes ce terrain déposé en couches horizontales.

Il est digne de remarque que cette formation, qui couvre une grande étendue de la Bretagne, ne se remontre nulle part sur les terrains de granite.

Ce gîte, tel qu'il a été mis à découvert, est

peu abondant en étain; mais il faut remarquer qu'aucune recherche n'a encore été faite: le hasard seul a mis à nu quelques roches, et une étude attentive de ce point offrirait d'autant plus d'intérêt, que non-seulement il présente des analogies avec tous les terrains stannifères, mais encore qu'il occupe la région métallifère de la Bretagne. En effet, les filons de plomb de Huelgoat, de Poullaouen, de Baud, se montrent dans des schistes à peu de distance des masses granitiques, et la plupart des exploitations de minerais de fer, soit fer oxidé rouge, soit fer micacé ou hydraté, existent aussi dans le voisinage des limites du terrain de granite.

Utilité des recherches à faire.

Les granites du midi de la Bretagne forment un long sillon parallèle à la côte sud, et marchant de l'est 30° ou 35° sud, à l'ouest 30° ou 35° nord; et les substances métalliques (au nombre desquelles il convient de signaler le gîte stannifère de Piriac), ont été trouvées, à bien peu d'exceptions près, au nord de ce sillon.

Il suffirait peut-être de quelques recherches pour prouver que si la Bretagne présente de l'analogie avec le Cornouaille, pour l'aridité de son sol, comme ce pays elle possède, pour compensation, d'importantes richesses minérales.

Essai du minerai d'étain de la Villeder.

Ce minerai a été essayé au laboratoire de l'école des Mines.

Les morceaux les plus purs et les moins colorés donnent 0,73 à 0,78 d'étain magnétique,

contenant environ le centième de son poids de fer métallique. Les morceaux bruns, quoiqu'en gros cristaux, renferment 0,19 de peroxide de fer qu'on peut en séparer par le moyen de l'acide muriatique.

NOTICE

Sur le percement du canal souterrain de Buret.
(Province de Luxembourg.)

Par M. BIDAUT, sous-ingénieur des mines à Namur.

(Extrait.)

Le canal désigné sous le nom de *Canal de Meuse et Moselle* a été commencé en 1828. Il était destiné à établir, à travers les provinces de Liège et de Luxembourg, une communication entre les deux rivières dont il porte le nom. Ce canal devait recevoir, dans son entier développement, qui est de 61 lieues métriques, 218 écluses. Sa pente totale, à partir du plafond du souterrain de Buret, jusqu'à son embouchure dans la Meuse, est de 379^m,60; et du même point de départ, jusqu'à son embouchure dans la Moselle, de 305^m,36.

Il ne sera question, dans cet extrait, que du canal souterrain qui, à Buret, 3 lieues nord-nord-est de Bastogne, perce la montagne dont la crête forme, dans cette partie de la province du Luxembourg, la ligne de partage des eaux vers nord-ouest et sud-est, c'est-à-dire des bassins hydrographiques de la Meuse et de la Moselle. Ce souterrain aura 2.500 mètres de longueur, et sera, en ligne droite, dirigée à peu près de l'ouest à l'est ou plus exactement de l'ouest 7° nord à l'est 7° sud; sa largeur sera de 3^m,50 à la naissance de la voûte, de 3 mètres au plafond (sol), et sa hauteur totale de 4^m,79; le tout dans œuvre.

Destination
du canal.

Direction
du souterrain
de Buret.

Ce canal souterrain a été commencé le 13 janvier 1829. En août 1832, époque à laquelle il a été abandonné, il avait atteint une longueur totale de 1.130^m,20.

Il est compris tout entier, dans le terrain désigné par M. d'Omalius d'Halloy, sous le nom de terrain ardoisier, « principalement composé de couches alternatives de roches schisteuses et quartzes, plus ou moins inclinées, très souvent » verticales, communément dirigées du nord-est » au sud-ouest, formant des espèces de bandes » qui paraissent moins constantes que celles du » terrain anthraxifère, et qui sont traversées » par de nombreux filons ordinairement quartzes. »

Puits percés
sur l'axe
du souterrain.

Il existe, sur l'axe du souterrain, cinq puits principaux désignés, dans le cours de cet extrait pour plus de clarté, par les lettres A, B, C, D et E, et deux puits supplémentaires F, G. Les cinq premiers seront conservés après l'achèvement du canal pour servir à son aérage, et aux réparations dont il pourrait avoir besoin; mais on en réduira les dimensions. Ces puits ont été construits dans le but d'accélérer le percement au moyen de plusieurs points d'attaque simultanés.

Le puits A, placé à 442 mètres de l'ouverture ouest du souterrain, a présenté beaucoup de difficultés dans son percement. Un marais, qui en était peu éloigné, y faisait affluer une telle masse d'eau, qu'on n'a pu le poursuivre que lorsque la première tranche du canal, dont il sera question ci-après, a été poussée jusqu'au dessous de lui. On s'est alors débarrassé des eaux, au moyen d'un trou de sonde, et ce puits a pu être terminé. Il

a 28^m,97 de profondeur jusqu'au niveau du plafond du canal.

Le puits B est distant, vers l'est de celui A, de 400 mètres : l'épuisement y a eu lieu à bras d'hommes jusqu'à la profondeur de 27^m,40; mais on a dû l'abandonner momentanément, à cause de la grande quantité d'eau qui y arrivait, et de l'excessive dureté du terrain. On en a repris plus tard l'approfondissement au moyen d'une machine à vapeur et d'un équipage de pompes. Ce puits a, jusqu'au niveau du canal, 56^m,03.

La dureté des roches était telle que, malgré toute l'activité possible, les avancemens par quinzaine étaient au plus de 2^m,04 et au moins de 1^m,10. Dans le premier cas, le mètre courant coûtait 309^{fr},05, et dans le second 433^{fr},91, moyenne 371^{fr},48, pour la main-d'œuvre seulement des mineurs, des manœuvres employés à ramener les matières au jour, et des mécaniciens.

A cette dépense doit s'ajouter celle de 456 fr. environ pour consommation de houille, poudre, chandelle, bois, huile, et pour réparation d'outils et confection de cartouches en cuir. Ainsi la dépense totale par mètre courant n'a pas été au-dessous de 820 francs.

Le puits C, placé à 600 mètres à l'est de celui B, est profond de 34^m,28. Il a été conduit à ce point en épuisant les eaux à bras d'hommes; mais ce mode étant insuffisant, ce puits, qui aurait dû atteindre la profondeur de 59^m,14 pour arriver au canal, a été abandonné.

Le puits D, placé à 200 mètres à l'est de celui C, a été enfoncé jusqu'à 21^m,60 en épuisant les

eaux à bras d'hommes; et pour atteindre la profondeur de 40^m,89 à laquelle est placée la voûte du canal, on a eu recours à l'emploi d'une machine à vapeur semblable à celle qu'a exigé le puits B.

Enfin le puits E a atteint la profondeur à laquelle doit être placée la naissance de la voûte du souterrain.

Les quatre premiers puits sont chacun divisés en trois compartimens, destinés, le premier, celui à l'ouest, à l'extraction, celui du centre à l'épuisement, et le dernier à l'airage. Ces compartimens ont, les deux premiers, 1^m,30 de long, le troisième 0^m,50, et tous, 1^m,70 de large dans œuvre.

Ces puits sont boisés, dans la partie qui traverse le mort terrain, à l'aide de cadres complets composés de pièces de bois qui ont respectivement 4^m,20 et 2^m,70 de long, sur 0^m,20 d'équarrissage; elles sont assemblées à tenon et mortaise, et ont chacune leurs deux extrémités encastrées dans les parois. Ces cadres sont posés à 2 mètres de distance l'un de l'autre. Ils sont placés en relation entre eux au moyen de six porteurs verticaux de 2 mètres de long sur 0^m,10 d'équarrissage. Quatre de ces porteurs sont aux angles des puits, et les deux autres sont situés au-dessous des pièces transversales de chaque cadre destinées à composer la charpente de la partie de ces puits, par laquelle s'opère l'extraction des déblais. Des pièces de bois également transversales, et posées alternativement de mètre en mètre, forment en outre les deux faces perpendiculaires aux grands côtés des puits, entre lesquelles sont placés les équipages des pompes. Celles de ces piè-

Boisage
des puits.

ces qui composent la face la plus rapprochée des tonnes d'extraction sont jointes, les unes aux autres, à l'aide de madriers verticaux, tandis que la face correspondante à celle que forment ces madriers, est construite en maçonnerie. L'air ne peut suivre alors d'autre direction que celle qui lui est assignée par le bure d'airage.

Le percement du souterrain a été attaqué par trois endroits à la fois, au moyen de cinq tailles.

Attaque
du souterrain
en 3 points.

1°. Par l'embouchure du versant vers la Meuse, sur une longueur de 852 mètres; 2°. par deux tailles en sens opposé partant du fond du puits B, ayant, l'une 38^m,40 de longueur, et l'autre 32 mètres; 3°. par deux autres tailles également dirigées en sens opposé, à partir du fond du troisième puits, ayant respectivement de longueur l'une 138^m80, et l'autre 69^m mètres.

La grande hauteur de la galerie, la difficulté qu'aurait présentée l'exécution d'un boisage sur une hauteur de 4^m,79, le peu de cohérence du terrain à l'embouchure du souterrain, et la grande quantité d'eau qui, tombant en ce point, convertissait le schiste argileux en une véritable boue, ont forcé de diviser la hauteur totale du canal en trois galeries ou tranches parallèles qui se sont avancées, l'une après l'autre, en forme de gradins droits. La tranche supérieure, commencée la première, présentait une section demi-circulaire de 2^m,35 de rayon; les seconde et troisième avaient chacune 1^m,50 de hauteur, et devaient contenir les pieds droits d'une voûte qui se serait emboîtée dans la première tranche demi-circulaire. Celle-ci ayant atteint une longueur de 132 mètres, les déblais provenant de son perce-

ment, qui jusqu'alors étaient sortis par l'embouchure du canal, furent évacués par le puits supplémentaire F; l'on attaqua ensuite la seconde tranche, aux déblais de laquelle on donna pour issue cette même embouchure.

Un second puits supplémentaire G fut ouvert à 140 mètres du premier; et lorsque la tranche supérieure y fut arrivée, les déblais en sortirent par ce puits. Quant à ceux provenant de la deuxième tranche, ils furent évacués par le puits supplémentaire F, lorsqu'elle l'eut atteint. Enfin l'on procéda à l'ouverture de la tranche inférieure, dont les déblais eurent également pour issue l'embouchure du canal.

Les services des trois tranches, dont la disposition représentait un travail en gradins descendants, se continuèrent ainsi jusqu'à ce que la première arrivât au puits A, qui servit alors à débarrasser cette tranche de ses déblais. Ce puits sera employé à cet usage jusqu'à ce que cette tranche ait débouché à la taille conduite du puits B à sa rencontre.

Pendant ce temps, la deuxième tranche était arrivée à 265^m,60, et y avait été arrêtée, parce que l'inférieure ayant besoin du puits supplémentaire F, et la supérieure de celui G pour l'évacuation des déblais, il y aurait eu encombrement. Le terrain étant d'ailleurs devenu solide, on fonça un petit puits de 1^m,50 de profondeur pour remettre cette deuxième tranche au niveau du fond de la plus basse, et l'on poursuivit alors leur avancement commun jusqu'à 337^m,50 de l'embouchure, point où elles sont encore; et c'est sur cette longueur seulement que le canal souterrain est entièrement murailé.

Vingt mineurs étaient occupés au percement; ils travaillaient par brigades de cinq hommes qui se relevaient de six heures en six heures, à cause de la grande quantité d'eau à laquelle les joints de la stratification et les fissures du terrain livraient passage. Cette quantité était de 36 mètres cubes par heure à la distance de 200 mètres de l'embouchure; l'avancement moyen, en 24 heures, était de 1 mètre, et coûtait, pour main-d'œuvre et pour boisage, 48 fr.

Le boisage de la tranche supérieure du souterrain se composait de trois porteurs verticaux de 27 centimètres d'équarrissage, de deux chapeaux assemblés sur les trois porteurs de 1^m,45 de long, et de deux poutres en arc-boutant, assemblées, par un bout, dans les deux porteurs extrêmes, et encastrées, par l'autre, dans la roche. Il y avait de plus des menus bois et des planches posés entre ce boisage et la roche, pour empêcher des fragmens détachés de tomber sur le sol. Enfin ce boisage était complété par des madriers de roulage. Cette tranche supérieure est la seule dans laquelle le boisage ait été employé.

Le muraillement est terminé sur une longueur de 337 mètres; on y procédait de la manière suivante: on construisait d'abord la voûte que l'on surhaussait de 0^m,04 pour le tassement. Elle s'appuyait sur la roche pendant que les deux tranches inférieures qui devaient recevoir les pieds droits s'avançaient. Cette maçonnerie avait le temps de sécher et de prendre assez de consistance pour qu'on pût abattre, lorsque la partie de la galerie inférieure était assez prolongée, un et même deux mètres de la roche supportant la voûte, laquelle restait ainsi suspendue jusqu'à ce

Boisage provisoire de la galerie.

Muraillement.

qu'on lui eût donné pour soutien ses véritables pieds droits de maçonnerie. Dans les premiers temps du travail, lorsque la voûte était dégagée, on enfonçait dans la roche d'énormes crampons de fer destinés à la soutenir; mais bientôt cette précaution, jugée inutile, fut abandonnée, et la maçonnerie, dont l'épaisseur est de deux briques, se continua sans accident.

L'extraction des déblais par les puits avait lieu au moyen de treuils à engrenages.

Ces différens puits, ainsi que le souterrain, ont exigé l'emploi de la poudre lorsqu'ils ont eu traversé les morts terrains.

On s'est constamment servi de fleurets de 0^m,35 de diamètre, de masses de 4 kil. et d'épinglettes en cuivre. Lorsqu'un trou de mine donnait passage à l'eau, on était obligé de le bourrer avec de l'argile, dans le but de remplir toutes les fentes; mais ce moyen a toujours été insuffisant. Dans le puits B on a fait usage de cartouches de fer-blanc ou de cuir. Ces dernières ont mérité la préférence comme ratant moins souvent, parce que, quand le canal de l'amorce se trouvait écrasé en bourrant la cartouche, on pouvait facilement le percer de nouveau, ce qui n'était pas possible dans les autres. Ensuite on se les procurait plus aisément sur les lieux. Enfin les corps de ces cartouches pouvaient être plusieurs fois employés, parce qu'ils éclataient toujours par la couture, et qu'on n'avait, pour les remettre en état, qu'à en faire une seconde, et qu'à ajouter un nouveau canal d'amorce. Ces cartouches se fabriquaient sur les lieux; un ouvrier en confectionnait douze par jour.

Les caponnières, usitées pour se soustraire aux

Cartouches
en cuir.

effets de l'explosion de la mine, étaient remplacées par une porte mobile, faite de forts madriers cloués sur de petites solives verticales, et qui suivait la taille à une certaine distance de son front (60 à 70 mètres).

Nature des roches traversées par le canal.

Le terrain que l'eau traverse pour arriver de Bastogne à Buret, ne peut donner d'autres indications géologiques que celles qui résultent de son *facies*. Il présente un vaste plateau traversé par des vallées larges et peu profondes qui se dirigent à peu près du nord-est au sud-ouest. Il est recouvert partout de bruyères et n'offre par conséquent aucun arrachement.

Quant aux roches traversées par le canal souterrain, elles se composent presque toutes de schistes argileux qui ne varient guères que sous le rapport de la dureté. Les couches que ces schistes forment contiennent, comme substances accidentelles, du fer sulfuré en grains et en cubes, du plomb sulfuré en veines et du fer carbonaté. Ces couches étaient traversées par des filons de quartz blanc contenant eux-mêmes des veinules de galène.

Les schistes argileux ont une couleur qui varie entre le gris bleuâtre de l'ardoise et le gris noir passant au noir presque complet de certains schistes houillers. Ils peuvent se diviser en plaques qui ne se décomposent pas à l'air; leur cassure varie d'aspect, selon que le quartz domine plus ou moins dans leur composition; et il y a des passages si insensibles du schiste véritable au grès pro-

prement dit et au quartz grenu, que les roches intermédiaires ne peuvent être susceptibles d'une détermination rigoureuse. Ces schistes contiennent des coquilles fossiles qui ne sont point indistinctement répandues dans sa masse; elles y occupent toujours les couches et les parties de couches les plus tendres, et qui par conséquent subissent plus aisément que les autres l'influence des agents atmosphériques.

MÉMOIRE

Sur un siphon de grandes dimensions, entièrement en bois, construit en 1825 à la mine de plomb et d'argent d'Huelgoat (Finistère).

Par M. NAILLY, ancien élève des Écoles Polytechnique et des mines.

La mine d'Huelgoat tire la majeure partie de ses eaux motrices d'un étang assez vaste situé non loin des travaux.

Description
de l'étang
à assécher.

L'établissement de cet étang remontant à des temps antérieurs à l'exploitation souterraine, ses dispositions principales ne sont pas aujourd'hui en harmonie avec les besoins de l'usine. Lors de sa construction, on ne songeait pas que ses eaux, détournées de leur cours, viendraient un jour permettre, en fournissant une chute de 60 mètres avec un volume de 20 mètres cubes par minute, d'explorer le terrain à plus de 900 pieds de profondeur. On demandait simplement alors à cette force immense de faire tourner deux roues de moulin.

Dirigé par cette seule pensée, le constructeur eut pour but unique de se procurer à la fois une chute d'eau et un réservoir d'alimentation. Pour y parvenir il chercha dans le vallon un endroit d'une profondeur telle, que la différence de niveau $\alpha\beta$, Pl. IX, fig. 1, entre les horizontales passant par le haut du terrain et le fond du vallon, fut de 7^m,50. Sur cette distance verticale, il prit pour la chute une partie $\alpha\gamma = 4^{\text{m}},60$, tout en laissant une autre portion $\beta\gamma$ pour le réservoir; il

établit donc, suivant la ligne XY, le canal de conduite versant l'eau sur les roues du moulin, puis le haut de la chaussée suivant la ligne BC. D'après ces dispositions, il est évident qu'il devait constamment rester, au-dessous de la ligne XY, une énorme masse d'eau morte, inutile pour le service des roues et des machines qui furent établies plus tard.

Pour en finir en peu de mots sur la construction de cet étang, j'ajouterai que la chaussée se compose de deux parties bien distinctes : l'une supérieure ABCD, formée de deux revêtemens en pierres de taille, comprenant entre eux un massif de remblais, et reposant sur une espèce de môle EADFG, formé lui-même de matériaux rapportés et fortement tassés entre de gros rochers de granite, amoncelés en cet endroit du vallon.

Une coupe faite dans l'étang, par un plan perpendiculaire à l'axe du vallon, nous donnera une image plus nette des maçonneries et du môle qui sert de base à la chaussée. Les lettres AABB, *fig. 2*, indiquent la maçonnerie; les lettres AX'Y'A la base faite de terre rapportée entre les rochers.

Sous le rapport du régime des eaux, l'étang présente des différences énormes; pendant huit à neuf mois de l'année, elles arrivent et sortent en abondance, offrant un volume de 18 à 20 mètres cubes par minute. Pendant les trois autres mois, elles diminuent d'une manière rapide, et se réduisent parfois à 5 mètres cubes. Dans ces momens de sécheresse, les machines d'épuisement et de préparation mécanique marchent avec une extrême difficulté, et leur effet utile est presque complètement détruit. Outre ces suspensions de travail, toujours extrêmement fâcheuses pour les grands éta-

Masse
d'eau morte.

Régime
des eaux
de l'étang.

blissemens, la faiblesse du moteur occasionne des remontes d'eau intérieures qui deviennent des causes de fortes dépenses; trop heureux encore sont les exploitans, si des éboulemens, suites de ces crues rapides, ne viennent augmenter les pertes et resserrer pour toujours le champ de l'exploitation.

Dans l'été de 1825, remarquable par ses grandes chaleurs, le manque d'eau se fit de bonne heure sentir à la mine d'Huelgoat; j'en étais pour le moment très contrarié, et regrettais chaque jour davantage la quantité d'eau morte qui séjournait inutile sur le fond de l'étang: je cherchai alors les moyens d'en tirer parti, et m'arrêtai aux deux suivans:

Le premier consistait à percer, au point le plus bas de la chaussée, une galerie qui eût permis à l'eau retenue derrière de s'écouler facilement. Le second à construire un syphon d'un grand diamètre et d'une longueur de 41 mètres; tous deux ils présentaient des inconvéniens.

Le percement d'une galerie traversant la chaussée offrait des difficultés et des dangers de plus d'un genre. Afin d'éviter les éboulemens il aurait fallu s'avancer, avec beaucoup de précaution et de lenteur, dans un terrain formé de déblais rapportés; en outre, cette galerie devait nécessairement être ouverte sur de grandes dimensions, surtout en hauteur, afin qu'on pût y loger d'abord le boisage provisoire, puis la maçonnerie destinée à la consolider. On aurait indubitablement rencontré dans le percement quelques-uns des rochers situés dans le vallon, auquel cas il aurait fallu recourir à l'emploi de la poudre. Sans compter le retard occasionné par ce contre-temps, il eût été à craindre

Moyens
d'utiliser l'eau
morte.

Percement
d'une galerie
dans la digue.

Difficultés.

que des coups de mine répétés n'ébranlassent et ne finissent par renverser le boisage soutenant les terres voisines du rocher à traverser. En temps ordinaire ces inconvénients sont légers, le mineur sait vaincre de semblables difficultés; mais il y avait une telle urgence d'agir avec promptitude et célérité, que toutes ces causes de retard concouraient à faire repousser le premier moyen. A ces motifs bien puissans, s'en joignaient d'autres plus puissans encore; je veux parler des dangers à courir au moment où la galerie, s'approchant du mur de revêtement intérieur, aurait été sur le point de percer dans l'étang. L'eau, s'élançant alors de toute part, aurait entraîné les terres et autres obstacles, et, se répandant sur les prairies contiguës, les aurait ravinées en tous sens, exerçant ainsi ses ravages jusqu'à ce qu'elle se fût jetée dans la rivière; les pertes et dommages occasionés par un pareil accident eussent été considérables.

Cette inondation désastreuse, imminente, pouvait s'éviter seulement dans le cas où il eût été possible de construire un batardeau en avant du point du percement, batardeau qui eût empêché toute communication de ce point avec la masse d'eau qu'il en aurait isolé, surtout si à cette première précaution on eût joint celle de pousser en avant, pendant le percement, un tuyau qui dès son entrée dans l'étang aurait réglé l'écoulement.

Quant à la construction du batardeau, quoiqu'elle ne fût pas impossible, elle était pour le moment impraticable; en effet, dans l'emplacement qu'il aurait occupé se trouvait une hauteur de vase de 1^m,90, surmontée de 2^m,80 d'eau; comment, à cette profondeur, dans un sol inconnu où l'on

soupçonnait d'énormes blocs de rocher, enfoncer les pieux destinés à retenir les fascines et terres nécessaires à la confection du batardeau? Que de temps demandait une semblable opération, douteuse quant au succès? Je le répète, la célérité d'exécution était un point capital, auquel étaient subordonnées toutes les autres considérations: je renonçai donc au projet de percer une galerie, et j'en vins à examiner celui qui avait pour but l'établissement d'un syphon.

Dans ce projet tout semblait concourir à assurer le succès: facilité dans la pose, certitude de régler à volonté l'écoulement, économie, et par-dessus tout célérité; puis, l'étang une fois vide, rien n'empêchait de percer la galerie ci-dessus, ou, si la saison était trop avancée, de construire sur le sol asséché un batardeau qui, submergé pendant l'hiver seulement, aurait permis d'attaquer et de continuer sans danger le futur aqueduc de décharge.

Le syphon satisfaisait donc à toutes les conditions demandées; cependant il n'était pas à l'abri de tout reproche, et présentait quelques inconvénients que la discussion mettra dans tout leur jour.

Détails de construction du syphon.

Des expériences préliminaires m'avaient appris qu'avec une dépense de 9 à 10 mètr. cubes d'eau par minute, je pouvais, à l'époque dont il s'agit, maintenir non-seulement stationnaire, mais encore sensiblement abaisser le niveau des eaux intérieures; le canal XY en fournissait environ 5 mètr. cubes: restait pareille quantité à tirer du fond de l'étang.

Avantages
du syphon.

Ce premier élément de la question bien connu, il était indispensable, dans le but de s'assurer si l'effet utile du syphon correspondrait à sa dépense, de déterminer à l'avance le nombre de jours pendant lesquels les eaux mortes suffiraient à son alimentation, et par suite de procéder au jaugeage de la masse.

Jaugeage
de l'étang.

Je ne m'arrêterai pas à décrire le détail de cette opération toute locale: l'importance en sera généralement bien sentie par les personnes qui se trouveront dans un cas pareil. Il est nécessaire d'apporter de grandes précautions dans ce travail, souvent assez difficile, vu la forme de la vallée, et la quantité plus ou moins considérable de vase amoncelée sur le fond de l'étang. On ne saurait trop multiplier les coupes en travers, ni mettre trop de soin à prendre les hauteurs sur des signes bien déterminés de direction.

Le sondage me prouva que l'étang était rempli de vase sur une hauteur moyenne d'un mètre, et que, déduction faite de cette vase, il contenait encore, au-dessous de la ligne XY, 120.000 mètres cubes d'eau. A 5 mètres cubes de dépense par minute, ou 7.200 mètres cubes par 24 heures, cette masse devait suffire à une alimentation de 17 jours, nombre rond. Or, pendant 17 jours, les remontes intérieures occasionées par le manque d'eau motrice pouvaient être dans la mine de 17 mètres au moins; c'était d'ailleurs beaucoup que de porter à 1.500 fr. la dépense totale du syphon; ainsi donc, dans le cas le plus défavorable, celui où cette machine aurait fonctionné 17 jours seulement, il en serait résulté, pour maintenir les eaux, une dépense ne s'élevant pas même à 90 fr. par mètre de hauteur. A cette

considération majeure s'en joignaient d'autres aussi puissantes.

1°. Le syphon, en vidant complètement l'étang, donnait la facilité de percer à travers la chaussée, et sans risque d'accident, une galerie débouchant au point le plus bas, galerie qui, après avoir été divisée en deux à une hauteur convenable, aurait servi en hiver à donner de l'eau au moulin comme aux machines, en été aux machines seulement.

2°. Dans les grandes crues d'eau comme dans les orages, dans ces instans où le déversoir ne suffit pas à l'écoulement du trop plein, le syphon, capable de débiter 21 mètres cubes à la minute, serait venu à son aide, garantissant ainsi la chaussée tout événement fâcheux.

3°. Enfin le syphon, devant avoir une assez longue durée, pourrait être employé pendant plusieurs années consécutives.

Quelles étaient maintenant les dimensions à donner au syphon?

Sa longueur dépendait de la forme du terrain, puis des relations existant entre les points de prise et de décharge; ainsi fixée, elle offrait un développement de 41 mètres.

Quant à sa surface, et par suite à son diamètre intérieur, il devait être calculé de façon que le *minimum* d'eau dépensée fût de 10 mètr. cubes à la minute; ce *minimum* correspond, comme l'indique la *fig. 1*, au débit produit par une différence de niveau égal à 1^m,90; nous avons donc, pour déterminer cette surface, à résoudre l'équation $m = us$, m indiquant la quantité d'eau à écouler par seconde; u la vitesse par seconde due à une hauteur de 1^m,90; s la surface cherchée. Mais afin d'avoir égard à la quantité d'air qui s'introduirait nécessai-

Calcul
de la section
du syphon.

ment dans l'appareil et retarderait son débit, puis à cette considération que l'écoulement ne pourrait se faire avec la même facilité que dans une conduite sans coude ni renflemens, nous avons multiplié le second membre de l'équation par le coefficient $\frac{5}{8}$, dans l'hypothèse que le fluide s'échapperait avec le même désavantage que s'il avait à traverser une mince paroi. La détermination de la surface fut donc ramenée à la solution de l'équation $s = \frac{8.m.}{5.u.}$, qui donne une ouverture circulaire de $0^m,24$ de diamètre intérieur.

Disposition
de l'appareil.

Examinons maintenant les principales dispositions de l'appareil, et arrêtons-nous sommairement à celles qui présentent des difficultés, ou demandent des soins dans l'exécution.

Comme l'indique la *fig. 1*, le syphon se compose de trois parties distinctes : la branche ascendante; *ab* la branche descendante *cd*, et une troisième branche *bc* horizontale, réunie aux deux autres par des tuyaux courbes, et portant une pompe solidement assujettie et destinée à produire le vide. Le tuyau descendant plonge en partie dans un bassin *ts*, et le tout est recouvert d'un toit léger formé de voliges supportées par de petites fermes, *fig. 6*, qui pouvaient s'élever à volonté.

Branche
ascendante.

D'après la forme de la chaussée, ou plutôt de l'espèce de môle qui lui sert de base, forme qui ne m'était d'ailleurs pas bien connue, le montage de la branche ascendante présentait quelques difficultés; composée, comme tout le reste de l'appareil, de tuyaux en bois d'une pesanteur spécifique, peu différente de celle du milieu,

dans lequel elle devait plonger, elle aurait certainement participé aux mouvemens oscillatoires occasionés par les eaux qui viennent se briser avec violence contre la chaussée, surtout quand les vents soufflent dans la direction du vallon; ces mouvemens inévitables eussent bientôt, dérangeant les joints, donné passage à l'air, et par suite arrêté la marche du syphon.

Cette branche devait être particulièrement établie: 1°. d'une manière solide à l'abri de toute ondulation; 2°. de telle sorte que son poids bien soutenu ne vint pas exercer d'effort sur les joints des tuyaux supérieurs. Afin de satisfaire à toutes ces conditions, elle fut, avant d'être immergée, solidement fixée sur une espèce d'échelle *gh*, dont le plan est représenté *fig. 4*, échelle s'appuyant sur la chaussée en *k*, puis sur une maçonnerie *mn*; cette maçonnerie avait pour but de maintenir invariables, deux pièces de bois *pp* horizontales, *fig. 3*, se rattachant, d'une part, à une espèce de herse *qq rr*, et s'élançant d'une quantité convenable dans l'étang, où elles se maintenaient un peu au-dessus du niveau de l'eau.

L'échelle sur laquelle était montée la branche ascendante fut lancée à l'eau, puis ramenée entre les deux pans *pp* et boulonnée contre elle; les tuyaux courbes terminant le syphon furent encore consolidés au moyen de boulons verticaux *yy*, soudés aux frettes du syphon, et venant se fixer sur des traverses reliant les pièces *pp*. Ainsi jointes, ces diverses parties formèrent un tout incapable de se mouvoir dans aucune direction.

La branche horizontale n'offre rien de particulier; elle est enfoncée en terre afin de laisser libre la chaussée qui sert de chemin aux voitures; elle

Branche
horizontale.

repose sur des cales ayant pour but de préserver les tuyaux de l'humidité; puis elle est recouverte d'une couche de pierraille.

Branche descendante.

La branche descendante, aussi soutenue par une échelle, portait près de son extrémité inférieure un régulateur; elle plongeait de 0^m,15 dans un bassin *ts* d'une capacité telle, que la tranche, de 0^m,15, recouvrant constamment l'orifice de sortie, présentât un volume d'eau au moins égal à la moitié de la capacité de tout le syphon.

Pompe pour faire le vide.

La pompe *ef* destinée à faire le vide doit être confectionnée avec beaucoup de soin; sur elle repose en partie le succès de l'opération: elle sera donc bien ajustée, parfaitement alésée, son piston joindra exactement, et sa marche pourra s'accélérer sans trop fatiguer les hommes qui la mettront en mouvement; son diamètre intérieur dépend de la hauteur du syphon, de l'effort à exercer; sa surface était 0,43 de celle des tuyaux; il fallait deux hommes pour la manœuvrer.

Perçement du syphon.

Le mode de perçement des tuyaux est simple, économique, et sous tous les rapports préférable à celui du forage; il consiste tout simplement à refendre en deux à la scie la pièce jugée capable des tuyaux, puis à la creuser à l'herminette, à dresser la face intérieure au rabot, et enfin à rejoindre les deux portions au moyen de frettes de 50 centimètres.

Mode d'assemblage.

Quant à l'assemblage, on se sert de deux procédés: le premier consiste à tailler en forme de cône, et sur une longueur de 0^m,26, l'extrémité de l'un des tuyaux, et à la faire pénétrer dans le tuyau suivant dont le diamètre extérieur présente un évasement convenable. Puis, pour obtenir une jonction parfaite, on chasse à refus, dans l'épais-

seur du bois, des coins de hêtre bien secs, qui, gonflant par l'humidité, donnent un serrage parfait. (*Voyez fig. 3*, où les coins sont indiqués par les lettres *oo*.)

Ce procédé remplit très-bien le but que l'on se propose d'atteindre; il a cependant l'inconvénient d'affaiblir l'extrémité des tuyaux qui, fortement comprimés par les coins, fendent quelquefois. Si l'on avait à craindre cet accident, on l'éviterait par l'emploi du deuxième moyen d'assemblage. Celui-ci s'exécute en introduisant les deux extrémités des tuyaux à joindre dans un troisième, dont le diamètre intérieur est égal aux diamètres extérieurs des premiers, et en serrant le tout avec des coins.

Autre mode d'assemblage.

On avait eu soin de placer à l'extrémité de la branche puisante un grillage destiné à s'opposer à l'introduction d'ordures telles que, morceaux de bois, épines ou autres objets qui, s'engageant dans l'intérieur, auraient gêné l'écoulement: pour ne rien perdre de la surface d'aspiration, on avait porté à 0^m,26 le diamètre de cette extrémité. Enfin le tout avait été enduit d'une double couche d'un mélange de goudron et de suif fondus ensemble.

Toutes ces choses prêtes, on fit manœuvrer la pompe; à chaque coup de piston, dont la course était de 0^m,20, on entendait l'eau monter dans les deux branches du syphon, et quelques minutes suffirent pour donner un écoulement en plein tuyau. Dès ce moment le service des machines fut assuré, du moins pour le nombre de jours pendant lesquels l'étang, qui baissait à vue d'œil, devait fournir de l'eau. Les roues hydrauliques, reprirent leur train ordinaire, et non-seulement

maintinrent les eaux intérieures, mais encore produisirent une baisse sensible.

Devis de la dépense :

41 mètres de tuyaux en bois de hêtre, 6 ^{m.c.} , 50 fr. c. à 60 fr.	390
Equarrissage et forage à 4f. 50 le mètre courant.	164,50
Sapin pour échelle 0 ^{m.c.} , 50 à 60f.	30
Chêne pour support 2 ^{m.c.} , à 60f.	120
30 pieux à 1f.	30
Fer, 70 frettes, pesant 316 kil, à 1f.	316
Autres objets, tels que crampons, boulons, clous, estimés.	60
Pompe, suif, goudron.	200
Transport à l'étang.	55
Bassin, maçonnerie, main-d'œuvre.	230

Total général. 1.595,50

Observations sur la marche du siphon.

Dans l'année 1825, le siphon marcha seulement pendant huit jours, au bout desquels les pluies remplirent l'étang et rendirent son service inutile. Pendant l'année suivante, en 1826, la sécheresse et la disette d'eau se faisant encore sentir, on le remit de nouveau en activité; sa marche fut alors de dix-sept jours durant lesquels je fis les observations suivantes:

Pendant sa marche, le siphon faisait entendre un bruissement continuel assez fort, produit par le choc de l'eau contre les parois intérieures des tuyaux; souvent, quand le temps était calme et l'étang parfaitement tranquille, la surface de l'eau, immédiatement au-dessus de l'orifice d'admission, était agitée, et l'on voyait s'y former des entonnoirs, au milieu desquels pénétraient en

tournoyant de grandes quantités d'air qui semblaient ne nuire en rien à la marche de l'appareil. Il suffisait pour faire cesser les entonnoirs, de maintenir un flotteur au-dessus de l'endroit où ils se montraient d'ordinaire; d'autres fois il ne se produisait aucun entonnoir, lors même que l'extrémité du siphon plongeait dans l'eau, seulement de quelques centimètres.

Qu'il se manifeste ou non des entonnoirs à la surface, le siphon, ou s'arrêtait en donnant peu de temps à l'avance un écoulement diminuant progressivement, ou bien s'arrêtait brusquement sans aucun indice d'écoulement affaibli. Ces arrêts étaient loin de se présenter à des intervalles conservant quelques mesures communes, tantôt ils se montraient tous les deux ou trois jours, d'autres fois beaucoup plus souvent. Après chaque arrêt, le siphon reprenait promptement en manœuvrant la pompe, et même quand sa marche ralentissait, ce qui était le cas le plus ordinaire, quelques coups de piston suffisaient pour lui rendre son activité première.

Les arrêts avec diminution progressive dans l'écoulement, proviennent évidemment de l'air introduit par le courant d'eau, air qui s'amassait dans les coudes et renflemens; les arrêts brusques étaient sans doute occasionés par le dégagement subit du gaz renfermé dans la vase amoncelée sur le fond de l'étang.

Je ne cherchai pas à remédier à ces inconvéniens légers: dans la circonstance, l'appareil devant fonctionner pendant un temps assez court, au lieu de pratiquer un réservoir destiné à recevoir et laisser échapper l'air introduit, il me parut plus simple et plus économique

Arrêts
brusques.

d'employer deux hommes qui, du moment où le syphon faiblissait, lui rendaient l'activité convenable en manœuvrant la pompe.

J'aurais, j'en suis persuadé, évité la majeure partie de ces accidens si, loin de donner à la branche du milieu, dans laquelle se logeait certainement l'air entraîné ou dégagé par l'eau, une position horizontale, je l'avais fortement incliné sur la branche descendante.

Influence
de la hauteur
des branches.

Je ne dois pas passer sous silence un fait tendant à confirmer ce que l'on savait déjà de la marche du syphon, savoir : que ces appareils cessent de fonctionner au bout d'un temps plus ou moins long, toutes les fois que leurs hauteurs dépassent certaines limites. Ce résultat provient de ce que l'eau, à mesure qu'elle s'élève dans le syphon, s'y trouve soumise à une moindre pression, et laisse par suite dégager une partie de l'air qu'elle tient en dissolution, air qui, s'accumulant sans cesse dans les parties supérieures, nuit à la marche de l'écoulement, et finit par l'arrêter entièrement. Voici ce fait :

Pendant l'hiver, afin d'ouvrir une voie plus large à l'eau qui se rend alors en trop grande quantité dans l'étang et met parfois la chaussée en danger, j'avais coutume de faire marcher le syphon. Tant que la surface de l'eau se tenait à 1^m,50 ou 2 mètres sous le sommet de la chaussée, ou, pour mieux dire, tant que la hauteur du syphon ne dépassait pas 2 mètres, la marche était régulière, le débit constant sans la moindre diminution, et cela pendant plusieurs mois consécutifs.

De l'usage des syphons.

Je n'indiquerai pas ici tous les usages auxquels peuvent servir les syphons, je me contenterai d'en mentionner quelques-uns.

Ils peuvent s'appliquer avec succès au dessèchement des marais, aux travaux de canalisation et d'exploitation à ciel ouvert. Il existe un cas spécial, celui de menace de rupture ou même de rupture partielle, de digue ou chaussée, où les syphons sont appelés à rendre les plus grands services ; ils permettent de donner un écoulement prompt, facile, régulier, modéré, à des masses d'eau énormes qui, après avoir dégradé les bases et fondemens qui les retiennent, menacent tout à coup de se faire jour et de les entraîner. Trop souvent à l'instant où l'on découvre le mal, il est sans remède, et les moyens ordinaires ne sauraient ni l'empêcher ni le prévenir ; c'est dans ce cas trop commun que je conseille l'emploi d'un syphon tout en bois, dont l'établissement est peu dispendieux et le résultat certain ; je ne saurais en donner de meilleures preuves qu'en rapportant ce qui est arrivé à ce sujet à Poullaouen, dans l'année 1828.

Sur la fin de l'automne, au moment où les pluies sont fréquentes et abondantes, le canal en bois qui traverse au point le plus bas la chaussée de l'un des étangs destinés à fournir de l'eau aux machines d'épuisement de cette mine, creva tout à coup, et au même moment les eaux s'infiltrèrent d'abord en petite quantité ; mais s'étant bientôt frayé, à travers les terres qu'elles entraînaient constamment, un passage plus large, elles com-

mencèrent à s'écouler avec rapidité, donnant fortement à craindre pour la chaussée, dont la destruction eût entraîné des pertes irréparables. Un éboulement, qui partant de sa base vint se manifester au jour, rendit le péril plus éminent, et d'un moment à l'autre la masse d'eau retenue par une barrière affaiblie, sollicitée par une pression de 10 mètres de hauteur, pouvait, en la renversant, se répandre d'un seul jet sur les terres environnantes et les ravager entièrement.

Les moyens les plus efficaces furent, dès le premier indice du mal, employés sur-le-champ, pour prévenir d'aussi graves accidens. En même temps que l'on consolidait la chaussée par un boisage convenable, on remplissait de terre et de fascines l'éboulement qui s'était montré jusqu'au jour, et l'on jetait en avant, dans l'endroit même où l'eau s'était ouvert un passage, une grande quantité de terre, de paille, de mottes, etc. De cette façon, après beaucoup de peine et de dépenses, on parvint à fermer toutes les issues; l'eau ne coulait plus, mais elle pouvait se frayer un nouveau chemin ou rouvrir celui qu'on venait de boucher. Toutes ces mesures reculaient le danger sans le faire disparaître; aussi fut-il résolu que l'on construirait un siphon destiné à vider complètement l'étang; on avait alors sous la main des tuyaux de fonte de 0^m,38 de diamètre intérieur; en moins de cinq jours ils furent transportés sur place et le siphon complètement achevé; ses dispositions principales furent les mêmes que ci-dessus, et sa longueur d'environ 35 mètres. Dans la précipitation avec laquelle on fut forcé d'agir, la branche ascendante ne put, dès l'abord, être enfoncée très profondément sous l'eau (la forme de la chaussée

s'y opposait); il fallait tous les deux ou trois jours, à mesure que l'orifice venait à se découvrir, prolonger cette branche d'un bout de tuyau, qui ne pouvait être long lui-même, vu la difficulté de le placer; cette circonstance empêcha toute remarque concernant la marche du siphon; toutefois on peut dire qu'elle fut régulière, n'éprouvant jamais aucun dérangement jusqu'à ce que l'écoulement s'arrêtât de lui-même, la branche descendante n'étant plus assez longue. L'étang fut promptement vidé sans le moindre accident.

Je ne m'arrêterai pas à faire ressortir les nombreux avantages des siphons en fonte sur ceux en bois; ces derniers obtiendront une préférence forcée dans tous les cas d'urgence, car nous avons vu avec quelle économie et quelle célérité ils peuvent être installés; je le répète, un délai de huit jours est suffisant pour percer, monter, assembler et construire un siphon de toute grosseur et long de 40 mètres.

Explication de la planche IX.

Fig. 1. Projection verticale du siphon sur une coupe faite suivant l'axe du vallon de l'étang;
 La ligne MN indique le fond du vallon;
 PQ la hauteur de vase accumulée sur le fond de l'étang;
 BC le sommet de la chaussée;
 XY le canal fournissant de l'eau aux machines;
abcd, le siphon;
ef, la pompe destinée à faire le vide;
ts, le bassin dans lequel plonge l'extrémité du tuyau descendant.

Fig. 2. Coupe de l'étang, en avant de la chaussée, par un plan perpendiculaire à l'axe du vallon.
 AABB indiquent la partie en maçonnerie;
 AAX'Y' le profil du môle qui sert de base à la chaussée.

Fig. 3. Plan de la branche ascendante du syphon.
qq rr représente la herse; *pp* les pièces qui s'élancent dans l'étang; *gh* l'échelle supportant la branche ascendante.

Fig. 4. Plan de l'échelle.

Fig. 5. Indication du mode d'assemblage de tuyaux.
o, o, o, o, coins de bois de hêtre.

Fig. 6. Coupe par un plan perpendiculaire à la branche descendante et montrant le toit qui la recouvre.

MÉMOIRE

sur les terrains tertiaires du bassin du midi de la France (1).

Par M. DUFRENOY, ingénieur en chef des mines.

Les terrains tertiaires de Paris, si bien connus par la description que MM. Cuvier et Brongniart en ont donnée, description qui a servi de modèle et de guide aux géologues qui se sont occupés de ces terrains, ne sont cependant pour ainsi dire qu'une exception locale. En effet le retour de formations marines et de formations d'eau douce, que l'on observe dans les coupes de Montmartre et de Meudon ne se représentent pas au delà de Paris (2). En outre les assises inférieures de ces terrains, qui forment dans le bassin de Paris la partie la plus importante des terrains tertiaires sont presque nulles dans le Midi, tandis que les terrains correspondant au grès de Fontainebleau et à la meulière constituent un vaste manteau qui a recouvert la France presque dans son entier.

(1) Ce mémoire est le fruit de voyages que j'ai faits dans les années 1827, 1828 et 1830, les observations les plus importantes ont été communiquées depuis long-temps à la société géologique, et le texte lui-même a été lu à cette société il y a un an.

(2) M. C. Prévost a démontré que le retour des formations d'eau douce et des formations marines, est beaucoup plus multiplié que MM. Cuvier et Brongniart ne l'avaient d'abord pensé. Cette alternance a conduit M. Prévost à donner une explication ingénieuse de la formation des terrains tertiaires au moyen d'affluens.

Cette assise supérieure des terrains tertiaires possède des caractères fort différens, suivant l'épaisseur que les circonstances locales lui ont permis d'acquérir : cette variation de caractères a été souvent la source de rapprochemens erronés. Lorsqu'elle présente une grande puissance, on trouve, à sa partie inférieure, des couches régulières de combustible qui ont fait croire pendant longtemps que l'argile plastique formait dans le Midi, comme dans le bassin de Paris, la base des formations tertiaires. L'existence de gypse au milieu de marnes d'eau douce, analogues à celles qui accompagnent le plâtre à Montmartre et supérieures aux couches à lignites semblait confirmer ce rapprochement. Les lignites et les gypses furent donc regardés comme des horizons qui servirent à la classification de tous les terrains tertiaires du Midi ; mais la position de ces points de repère ayant été mal établie, on conçoit qu'il a dû en résulter de grandes erreurs dans l'étude des terrains qui leur étaient subordonnés.

Différence
entre
les terrains
tertiaires du
midi et ceux
de Paris.

Dans les localités où les terrains tertiaires ne forment qu'une couverture ou pour ainsi dire une simple pellicule, la différence entre ces terrains est encore plus remarquable ; tantôt ils ne présentent que des amas incohérens de galets quartzeux, d'autres fois ils se composent de dépôts de coquilles brisées, mélangées de polypiers, à la manière des débris que ses flots accumulent sans cesse sur nos côtes. Dans quelques circonstances, leur sol est argileux et recèle des minerais de fer, que l'on a supposés pendant long-temps appartenir aux alluvions les plus modernes. Cette grande différence de caractères extérieurs a conduit les personnes qui n'ont étudié que des localités isolées, à

admettre dans les terrains tertiaires des rapprochemens et des divisions qui ne s'accordent pas avec les faits étudiés sur une grande échelle.

M. Desnoyers, dans un mémoire très-remarquable sur les terrains tertiaires, publié en 1828 (1), a fait justice d'une grande partie de ces erreurs ; mais, obligé de s'en rapporter pour un assez grand nombre de localités à de simples descriptions, il en a laissé subsister quelques-unes. Néanmoins, son travail a été un grand pas dans l'étude des terrains tertiaires dont il a éclairé plusieurs points.

Quelque temps après, M. Boubée a montré que les galets quartzeux qui recouvrent les sommets de la plupart des collines tertiaires des environs de Toulouse appartiennent à une époque différente des argiles qui forment la base de ces collines. Ce travail intéressant a dissipé une partie de l'obscurité qui régnait sur les terrains tertiaires du Midi ; seulement, dans mon opinion, M. Boubée, préoccupé d'une idée dominante, a donné une fausse date à ces amas de galets en les décrivant sous le nom de *post-diluvium toulousain* ; en effet, ces dépôts, placés le plus ordinairement sur le sommet des coteaux les plus élevés, me paraissent appartenir à une époque antérieure à la dernière commotion que le globe a éprouvée, et dont le diluvium est la conséquence.

Enfin M. Deshayes a été conduit par l'étude des fossiles à diviser les terrains tertiaires en trois

(1) Observations sur un ensemble de dépôts marins plus récents que les terrains tertiaires du bassin de la Seine, et constituant une formation géologique distincte : précédée d'un aperçu sur la non simultanéité des bassins tertiaires. Février 1828.

groupes, dont le bassin de Paris ne présente que les deux inférieurs, tandis que l'étage supérieur est très développé en Italie, où il forme en partie les collines subapennines. L'examen des dépouilles de grands animaux, si nombreuses dans ces terrains, donne des résultats analogues à ceux qui résultent des importantes recherches de M. Deshayes. Dans ce mémoire, je me propose de prouver, par la géologie pure, c'est-à-dire par l'observation seule de la superposition, que les terrains tertiaires du sud-ouest de la France présentent la triple division indiquée par la paléontologie; et je montrerai l'identité complète de ces divisions par l'énumération des fossiles qu'ils contiennent.

D'après le peu de mots qui précèdent, on a dû remarquer que l'étage inférieur des terrains tertiaires est surtout abondant dans les environs de Paris. D'un autre côté, l'étage supérieur n'y existe pas; ces terrains sont donc inégalement répartis sur la surface de la France, et sous ce rapport on peut distinguer deux bassins très-différens. L'un désigné généralement sous le nom de bassin de Paris, auquel se rattachent les terrains tertiaires des environs de Londres; l'autre, qu'on pourrait distinguer par le nom de bassin du Midi, comprendrait les vastes dépôts tertiaires qui forment une bande continue entre Bordeaux et Bayonne, et se prolongent depuis cette dernière ville jusqu'à Nîmes et à Marseille. Les terrains tertiaires de la Suisse et des Alpes, qui ont une puissance si considérable, appartiennent également à ce second bassin; le calcaire d'eau douce de l'Auvergne et du Cantal, les sables et les minerais de fer de la Dordogne, relie d'une manière continue les terrains tertiaires du bassin de Paris à ceux du Midi.

Les terrains tertiaires forment deux bassins tertiaires.

Dans ces deux bassins, le terrain tertiaire forme des horizons géologiques très prononcés; on sait que dans les environs de Paris la formation de craie, sur lequel il repose, a été dénudée avant le dépôt des terrains tertiaires, et que l'argile plastique existe à la fois sur les sommités de ce terrain et dans ses anfractuosités. Dans le Midi la limite est encore plus tranchée, les terrains tertiaires reposent en couches horizontales sur les tranches du terrain de craie; cette séparation paraît constante, du moins en Europe. Sans doute théoriquement il pourrait y avoir passage entre les terrains de craie et les terrains tertiaires; mais comme une révolution immense, celle qui a donné naissance à la chaîne des Pyrénées et des Apennins a eu lieu entre le dépôt de ces deux terrains, ce passage n'existe pas; quelques géologues ont cru trouver en Sicile une liaison intime entre des terrains qui nous paraissent si nettement séparés; dans cette localité l'impossibilité de cette fusion entre les deux terrains est encore plus grande que partout ailleurs, l'étage inférieur des terrains tertiaires n'y existant même pas.

Les terrains tertiaires de Paris présentent la succession suivante de formations: 1°. L'argile plastique; 2°. Le calcaire grossier; 3°. La pierre à plâtre; 4°. Le grès marin de Fontainebleau; 5°. Les meulieres associées à du calcaire d'eau douce.

Ces différentes formations me paraissent devoir être réunies en deux groupes distincts par les fossiles, et par le temps qui s'est écoulé entre leur dépôt; le premier comprendrait l'argile plastique, le calcaire grossier et la pierre à plâtre; le second se composerait du grès de Fontainebleau et des

Division des terrains tertiaires en trois étages.

meulières; l'étage inférieur est aussi très caractérisé par la présence de dépouilles nombreuses de grands animaux de l'ordre des palæothérium, et on pourrait le désigner par groupe des palæothérium.

Cette division des terrains tertiaires de Paris, un peu différente de celle adoptée par M. Deshayes, a l'avantage d'être basée à la fois sur la distribution des fossiles, et sur des considérations en rapport avec les révolutions que le globe a éprouvées (1).

Dans le bassin du Midi, l'étage inférieur se montre seulement en quelques points; l'étage moyen y acquiert au contraire une grande puissance, et présente des caractères qui lui sont propres; enfin l'étage supérieur recouvre des surfaces considérables; mais il est presque toujours très mince, et ses caractères lui donnent le plus ordinairement l'aspect d'alluvions avec lesquelles on l'a confondu long-temps; cependant en quelques points ce terrain acquiert une certaine épaisseur. Il contient alors des coquilles nombreuses, et il est complètement identique avec le terrain tertiaire des collines subalpines. La composition de ces terrains conduit naturellement à penser que la profondeur d'eau, sous laquelle ils se sont déposés en France, était généralement très petite; ils ne constituent que des dépôts de rivages tellement agités, que les animaux marins ne pouvaient y subsister, tandis que les mers dans lesquelles se sont formés les fahluns de Perpignan étaient très peuplées.

Cette grande différence entre les caractères des

(1) Cette division a été indiquée il y a déjà plusieurs années par M. Elie de Beaumont; elle est consignée dans le *Bulletin de la Société géologique* pour 1832.

terrains tertiaires dans le midi et dans le nord de la France m'a paru intéressante à bien faire connaître; je me propose dans ce mémoire de décrire avec quelques détails les terrains tertiaires de la partie du bassin du Midi comprise entre Bordeaux et le Rhône. Pour compléter l'histoire de ces terrains, et montrer leur liaison intime avec ceux du Nord, je donnerai en outre quelques indications sur plusieurs dépôts du centre de la France.

Le bassin du Midi, considéré dans son ensemble, est extrêmement vaste. Limité au nord par les montagnes anciennes du centre de la France et par celles de la Vendée, il occupe toutes les parties basses de l'Espagne et constitue une grande partie de l'Italie; il s'est moulé sur le sol dont le relief était alors au-dessous des eaux. En ne considérant que la portion de ce bassin qui fait le sujet de ce mémoire, on peut dire qu'il est allongé de l'est à l'ouest. Déposée postérieurement au soulèvement des Pyrénées, cette chaîne a servi de rivage aux mers dans lesquelles les terrains tertiaires se formaient, et ils se sont déposés de la même manière sur ses deux versans; le bassin du Midi paraît avoir été isolé de celui du Nord, à l'époque où les formations crétacées se sont déposées, à en juger du moins par la différence qui existe entre les corps organisés de ces formations dans la Saintonge et le Poitou, provinces distantes seulement de quelques lieues: mais les deux bassins étaient en communication l'un avec l'autre, à la période géologique qui correspond aux terrains tertiaires, ainsi qu'il résulte de leur continuité depuis Paris jusqu'à Bordeaux. En effet, en consultant la carte géologique de la France, on voit que les formations parisiennes s'étendent jusqu'à

Sujet de ce mémoire.

Forme du bassin tertiaire du Midi.

la Sologne, dont les plaines presque stériles sont recouvertes de sables tertiaires, lesquels présentent un passage insensible avec les dépôts d'argile ferugineuse et de minerais de fer qui recouvrent la plupart des plateaux calcaires du Poitou et de l'Angoumois. Ces dépôts, actuellement séparés les uns des autres par les nombreuses vallées qui traversent ces provinces, étaient autrefois continus, et établissaient la liaison entre les terrains tertiaires du nord de l'Europe et ceux du Midi.

Les terrains tertiaires, qui n'occupent qu'une bande étroite depuis Nîmes jusqu'à Bayonne, s'élargissent beaucoup dans la vallée de la Garonne; et la plaine comprise entre l'Adour et la Garonne est formée de ces terrains. Cet élargissement, remarquable par son étendue, l'est encore davantage par les circonstances de sa composition; il paraît que c'est le seul point du vaste bassin du Midi où le calcaire grossier existe; cette partie inférieure des terrains tertiaires doit former à une certaine profondeur le sol des Landes (*Pl. X, fig. 1*), puisqu'on le voit, aux deux extrémités de cette vaste plaine, venir butter contre les collines de craie de la Saintonge et des Basses-Pyrénées. Peut-être est-ce à un phénomène de soulèvement que l'on doit de ne rencontrer le calcaire grossier que vers les parois de cette espèce de bassin intérieur, car la Garonne semble avoir creusé son lit dans une vaste faille (*fig. 3*); sa rive droite étant bordée de collines dont la hauteur atteint 120 mètres, tandis que sa rive gauche, constamment plate jusqu'aux environs d'Agen, ne s'élève que de quelques mètres au-dessus des eaux (1), et

Vallée
de la Garonne
ouverte dans
une faille.

(1) Pour rendre sensible la différence que j'ai signalée,

que la hauteur moyenne des Landes est de 45 mètres; cette différence remarquable dans les caractères physiques de la contrée est encore

j'ai réuni dans cette note quelques hauteurs des collines de la rive droite de la Garonne, ainsi que celle des points culminans de la rive gauche.

Les hauteurs marquées d'un astérisque sont extraites de l'ouvrage de M. Puissant, sur la triangulation de la France; les autres, d'un mémoire de M. Deschamps, inspecteur général des ponts et chaussées, sur la canalisation des Landes.

Rive droite.	{	* Saint-André-de-Cubzac.	74 ^m ,99
		* La Pouaide.	101,59
		* Le Gibault.	124
		* Soubrac.	110,92
Rive gauche.	{	* Bordeaux.	8,76
		* Leogean.	43,67
		* Captieux.	41,94

On doit faire remarquer que Leogean et Captieux sont placés sur des coteaux.

Les Landes sont à la vérité traversées par une petite chaîne de collines, dont la hauteur moyenne est de 70 mètres; mais ces collines sont distantes de plus de dix lieues des rives de la Garonne, et le terrain monte d'une manière tellement insensible, qu'on ne peut s'en apercevoir que par la direction des petits courans qui sillonnent le sol. Du reste, ces collines elles-mêmes sont formées de terrain tertiaire supérieur, circonstance en rapport avec la supposition que la Garonne coule dans une faille.

Etang de Mimizan communiquant directement avec la mer.	7 ^m ,20
Etang de Cazau.	20
Les trois Lagunes.	65
Château de Saint-Magne.	70
La Leyre, près de Sore-le-Ville.	61,20
Moulin Roger, près de Sabres.	68,80
Rigole de l'Estampon.	76,50

augmentée par la différence dans la nature du sol; ainsi les côtes de Blaye, de Langon et de la Réole sont de calcaire grossier, tandis que le sol plat du Médoc et des Landes est presque partout recouvert de sable de l'âge des terrains subapennins.

I. DES TERRAINS TERTIAIRES INFÉRIEURS.

La partie inférieure du terrain tertiaire, qui présente une diversité assez grande d'assises dans le bassin de Paris et dans les environs de Londres, est réduite, dans le Midi, à la formation du calcaire grossier. Les caractères de cette formation y sont assez constans. Presque toujours, cette partie du terrain tertiaire est représentée par des couches de calcaire plus ou moins solide, alternant avec des marnes calcaires et quelquefois avec des argiles. Les couches solides renferment beaucoup de fossiles à l'état de moules, ainsi que des milliolites, quelquefois tellement abondantes que le calcaire présente une fausse apparence oolitique. Dans quelques couches les cérithes (*cerithium lapidum*) sont aussi nombreuses que dans le calcaire à cérithes des environs de Paris; on voit des couches de cette nature entre Pouillac et Lesparre, dans le Médoc. Dans une ou deux localités, le calcaire est remplacé par du sable calcaire dans lequel la présence des nummulites et des cérithes fournit la principale raison qui conduit à les regarder comme formant la représentation du calcaire grossier.

Pour constater d'une manière certaine l'existence du calcaire grossier, je vais donner la description de plusieurs coupes de ce terrain.

Les côtes de la Gironde, à partir de son embouchure jusqu'à Tonneins, nous montrent successivement

vement les terrains de grès vert, de calcaire grossier, de calcaire d'eau douce et de molasse coquillière; c'est à peu de distance au-dessous de Blaye, entre Talmont et Mortagne, que cesse le terrain de craie et que commence le calcaire grossier. La séparation des deux terrains est marquée par un marais, dont le sol argileux appartient peut-être à la partie inférieure du calcaire grossier, ou au terrain d'alluvion moderne; l'impossibilité de voir une ligne de séparation dans un pays plat et marécageux m'empêche d'avoir une opinion positive sur l'âge de ces argiles. Bientôt après les escarpemens de calcaire grossier commencent, et toute la côte de la Dordogne jusqu'au delà de Libourne, et celle de la Garonne jusqu'à Marmande, sont formées des couches du calcaire grossier, qui viennent se montrer successivement au jour.

L'escarpement sur lequel est construit la citadelle de Blaye me paraît composé des plus anciennes couches de cette formation.

1. Les couches les plus inférieures, visibles (*fig. 4*) seulement, lorsque la marée est à son point le plus bas, sont composées d'un calcaire tendre sablonneux, contenant une grande quantité de petits galets quartzes; ce calcaire formé en partie de milliolites, renferme quelques polypiers plats de forme circulaire (*orbitolites plana*), et reconnaissables seulement à une légère trace blanche, présentant des anneaux concentriques. Ils sont identiques avec les empreintes du même genre que l'on observe si fréquemment dans le calcaire grossier de Vaugirard. Des fragmens d'oursins sont, avec les milliolites et les orbitolites, les seuls fossiles que j'ai trouvés dans cette couche inférieure.

Calcaire
grossier
de Blaye.

2. Immédiatement au-dessus, repose un calcaire dur et très solide; il contient une grande quantité de calcaire spathique servant de ciment aux parties granuleuses dont se compose ce calcaire; ces parties ne sont autre chose que des milliolites, dont le nombre est si grand qu'elles se touchent de tous côtés, et que le calcaire ressemble à de l'oolite; sans le ciment cristallin qui donne de la solidité à cette roche, ce calcaire se désagrègerait facilement et produirait un sable de milliolites.

Le contact de ces deux systèmes de couches est marqué, dans l'escarpement, par une série de cavités plus ou moins grandes, résultant de la désagrégation du calcaire tendre; au plafond de ces petites grottes, on voit saillir de nombreux fragmens d'ossemens de squales, remarquables par leur compacité et leur dureté; dans l'escarpement de Blaye, le calcaire dur est peu riche en fossiles: nous y avons recueilli seulement les suivans:

Cerithium lapidum.

———— mutabile.

Ampullaria acuta.

Lucina lamellosa.??

Calyptraea.

Echinolampas stellifera, (Ch. Desmoulins).

Echinis, inédit (*Clypeaster stelliferus*, Lam.).

Orbitolites plana.

Milliolites, formant la pâte de la roche.

3. Un calcaire tendre et sablonneux, semblable à celui du bas de l'escarpement, mais dans lequel il n'existe pas de galets quartzeux, succède au calcaire dur; il est épais seulement de 3 pieds.

4. Enfin le calcaire dur revient et for-

me le haut de l'escarpement sur lequel est construit le château; ce calcaire contient une grande quantité d'échinites. J'en ai recueilli un assez grand nombre, dans les fossés de la route qui conduit de Blaye à La Rochelle, et presque au sortir de la première de ces villes.

On observe des couches supérieures à celles de l'escarpement de Blaye dans la route dont nous venons de parler; si l'on continue à marcher vers Mirambeau jusqu'à la hauteur dite de la Garde à Rollon, on traverse toute l'épaisseur du calcaire grossier, et on arrive même à la formation d'eau douce qui la recouvre; pour faire connaître la coupe générale du calcaire grossier à la hauteur de Blaye, nous allons réunir ces couches supérieures à celles que nous venons d'indiquer.

5. Les premières couches que l'on rencontre au-dessus du calcaire dur avec oursins, sont composées d'un calcaire grossier peu homogène et très caverneux, il contient des parties tendres et d'autres très dures; les milliolites sont répandues avec une grande profusion dans l'une et dans l'autre; mais ces fossiles sont surtout abondans dans les parties solides qui doivent ce caractère à du calcaire souvent spathique. Ces couches cavernueuses sont très-riches en fossiles.

6. Au dessus, on rencontre un calcaire marneux dans lequel l'argile forme des plaques plus ou moins larges de couleur verdâtre; ce calcaire contient une grande quantité de galets; leur présence nous a fait hésiter long-temps si nous devions le réunir au calcaire grossier ou à la molasse qui le recouvre; mais dans cette localité, toute la molasse est d'eau douce; en outre, les fossiles disséminés dans cette couche sont les

mêmes que dans la précédente; seulement elle est remarquable par la présence d'une grande quantité de petites huîtres encore plus abondantes dans la couche suivante.

7. La formation de calcaire grossier est terminée par une couche mince (8 à 10 pouces) de marne verte schisteuse, contenant une grande quantité d'huîtres. Nous verrons dans plusieurs localités cette couche particulière se retrouver à la partie supérieure de la formation de calcaire grossier; partout elle annonce le contact prochain de la formation d'eau douce; cette marne a la plus grande analogie avec les marnes vertes de Montmartre. Une circonstance remarquable, c'est qu'elle contient quelques rognons de gypse et de strontiane sulfatée; du reste, nous devons prévenir que le gypse n'est qu'un accident très rare dans cette formation; la véritable position de la pierre plâtre, dans le bassin du Midi, est au milieu du second étage des terrains tertiaires.

Le calcaire grossier de Blaye et des environs renferme une grande variété de fossiles; j'en ai récolté un assez grand nombre; mais pour rendre mon travail plus complet, j'ai prié M. Ch. Desmoulin, de Bordeaux, qui s'occupe depuis plusieurs années de la conchyliologie du département de la Gironde, de me communiquer les noms des principales coquilles de ce pays; il a outre-passé mes désirs en m'en adressant une liste presque complète des fossiles bordelais, dont une grande partie sont inédits; j'avais quelque scrupule de me servir d'un travail si intéressant, mais j'ai pensé que sa publication serait utile à la science, et qu'elle assurerait à M. Desmoulin la priorité, pour le travail descriptif qu'il se propose depuis long-temps de publier.

Fossiles du calcaire grossier des escarpemens de la rive droite de la Gironde, entre Blaye et Plassac, et de sa rive gauche depuis Pouillac jusqu'à la mer.

NOMS DES ESPÈCES.

	Étages tertiaires dans lesquels ces fossiles sont connus.
Scutella nummularia, de France.	»
— lenticularis, Lamarck.	»
— polygona, Ch. Desmoulin.	»
— marginalis, Ch. Desm.	»
Fibularia scutata, Ch. Desm.	»
— affinis, Ch. Desm.	»
Echinus elegans, Ch. Desm.	N.
— gacheti, Ch. Desm.	N.
Echinolampas affinis, Ch. Desm.	»
— ovalis, Ch. Desm.	»
Spatangus acuminatus, Goldfuss.	Inf.
— grignonensis, Desmarest.	Inf.
Clavagella coronata, Deshayes.	Inf.
Fistulana, 1 espèce non déterminée.	N.
Pholadomya margaritacea? Sow.	N.
Crassatella tumida, Lam.	Inf.
Tellina biangularis, Desh.	N.
Corbis pectunculus, Lam.	Inf.
Lucina fortisii? Desh.	N.
— 2 esp. non déterminées.	»
Cytherea, 2 espèces non déterminées.	»
Venericardia cardita?	N.
Cardium, 3 espèces non déterminées.	»
Area biangula, Lam.	Inf.
— scapulina, Lam.	N.
Nucula placentina, Lam.	I. m. ets.
Modiola, 1 espèce non déterminée.	»
Pecten imbricatus, Desh.	N.
— multistriatus, Desh.	N.
Vulsella deperdita? Lam.	N.
Ostrea crenulata? Lam.	»
Anomia tenuistriata, Desh.	»
— orbicularis.	»
— profunda.	»

<i>Ostrea crassissima</i> , Lam.	"
<i>Patella</i> ?	"
<i>Calyptræa trochiformis</i> , Desh.	Inf.
— <i>lamellosa</i> ? Desh.	"
<i>Pileopsis cornucopiæ</i> , Lam.	"
<i>Bulla</i> , 2 espèces non déterminées.	"
<i>Natica</i> , 1 espèce non déterminée.	"
<i>Ampullaria</i> , <i>id.</i>	"
<i>Delphinula scobina</i> ? Basterot.	"
<i>Trochus agglutinans</i> , Lam.	Inf.
<i>Cerithium giganteum</i> , Lam.	Inf.
<i>Fusus</i> , 1 espèce.	"
<i>Rostellaria fissurella</i> , Lam.	Inf.
— 1 espèce non déterminée.	"
<i>Voluta musicalis</i> ? Lam.	Inf.
<i>Terrebellum convolutum</i> ? Lam.	Inf.
<i>Milliolites</i> qui paraissent semblables à celles de Paris, entre autres le <i>M. coranguinum</i> , Lam.	Inf.

Environs de
Saint-Emilion

En remontant la Dordogne on trouve le calcaire grossier jusqu'au delà de Libourne; seulement il est caché fréquemment par la molasse qui remplit les dépressions des terrains tertiaires inférieurs. Cette circonstance établit une véritable discordance de stratification entre ces deux terrains (*fig. 2*), et montre, mieux que toute autre disposition, qu'un espace de temps assez long s'est écoulé entre le dépôt de calcaire de Blaye et la molasse d'eau douce qui le recouvre. Cette superposition est d'accord avec l'étude des fossiles pour établir l'identité du calcaire de Blaye et du calcaire grossier de Paris.

La ville de St.-Emilion, placée sur une hauteur, et célèbre à Paris par ses bons vins, l'est également depuis long-temps dans le pays par ses carrières souterraines, presque aussi étendues que celles de Montrouge; elles ont fourni la pierre de taille qui a servi à la construction de la plupart

des petites villes qui bordent la Dordogne et l'île; la ville de Bordeaux elle-même a été, pendant long-temps, chercher ses pierres de construction à St.-Emilion. Les pierres que fournissent ces carrières sont tendres, se laissent facilement scier, de sorte que sur place les pierres équarrées d'un pied de côté sur deux pieds de long ne se vendent pas au-delà de 0 fr. 75 c.; cette pierre est, au reste, de qualité inférieure, et se dégrade assez promptement; mais à une demi-lieue au plus de St.-Emilion, on exploite à Montagne un calcaire très-dur, remarquable par la quantité de polypiers qu'il contient; on y trouve aussi beaucoup d'empreintes et de moules d'autres coquilles également caractéristiques du calcaire grossier.

Les carrières de Saint-Emilion sont placées à peu près à la limite inférieure du calcaire grossier: la craie qui forme une vaste ceinture à peu de distance de la Dordogne se montre bientôt; on ne retrouve plus alors que les terrains tertiaires moyens qui la recouvrent en beaucoup de points.

La vallée de la Garonne, dont la direction tire beaucoup plus vers le sud que celle de la Dordogne, ne coupe pas le terrain de craie dans la partie supérieure de son cours. Sa rive droite est bordée d'escarpemens de calcaire grossier jusqu'aux environs de Marmande, où cette formation vient se cacher sous l'étage moyen des terrains tertiaires. Les premières coupes intéressantes que l'on voit en remontant la Garonne sont celles de Langon et de Saint-Macaire. Les nombreuses exploitations ouvertes dans ces deux localités presque contiguës et dont les produits sont exportés sur une grande longueur du fleuve, offrent la facilité

d'étudier le terrain, et surtout les nombreux fossiles qui y sont contenus.

1. Les carrières de Saint-Macaire (1), situées sur la rive droite de la Garonne, sont placées un peu en avant de l'escarpement qui borde cette rive, lequel est environ à 500 toises du fleuve. Elles sont au niveau du sol, et forment par conséquent les couches les plus inférieures que l'on puisse étudier dans cette localité (fig. 5). Le calcaire y est très solide, composé d'un grand nombre de milliolithes et de moules de coquilles cimentées par du calcaire spathique; son aspect général est assez semblable à celui du calcaire grossier inférieur de Vaugirard. La solidité de ce calcaire en rend la taille difficile et coûteuse; mais il résiste très bien à la gelée et à une grande pression. Les piles du pont de Bordeaux sont construites avec ce calcaire, et c'est surtout depuis l'époque où cet utile monument a été entrepris que les carrières de Saint-Macaire ont pris de l'extension; la pierre de Saint-Macaire est maintenant en grand usage à Bordeaux pour la construction des fondations et des soubassements des maisons de quelque importance.

2. Le calcaire de Langon est au contraire tendre et peu solide; il est analogue à celui de Saint-Emilion; on peut facilement le débiter à la scie sèche, ce qui rend son emploi très-économique. Les carrières de Langon sont placées sur la rive

(1) L'exploitation des carrières de Saint-Macaire a fait connaître une grotte, dans laquelle on a trouvé un grand nombre d'ossements fossiles. M. Billaudel, ingénieur en chef des ponts et chaussées, a fait connaître ces ossements dans un mémoire inséré dans les Transactions de la société linnéenne de Bordeaux.

gauche de la Garonne, presque en face de Saint-Macaire. Le calcaire exploité dans cette dernière localité ressort sur les bords de la rivière, de sorte qu'on voit la superposition immédiate du calcaire de Langon sur le calcaire de Saint-Macaire. Le calcaire de Langon contient peu de fossiles, les milliolithes y sont encore fort abondantes. On y trouve aussi une grande quantité de scutelles (*scutella subtetragona*?) Les carrières de Langon même sont peu importantes; mais cette petite ville étant un des points principaux d'embarquement, on donne le nom de calcaire de Langon à presque toutes les pierres de taille exploitées sur la rive gauche de la Garonne. On retrouve ce calcaire dans les escarpements de la rive droite, il en forme la partie inférieure. A une très petite distance de Saint-Macaire, en remontant la Garonne, on voit le prolongement des couches du calcaire de Langon recouvert par des couches d'argile que nous n'avons pas encore eu l'occasion de mentionner. Ces argiles sont exploitées à une demi-lieue au-dessus de Saint-Macaire.

3. Au-dessus du calcaire tendre que l'on voit seulement à fleur d'eau, on trouve une couche d'argile blanche très-pure (fig. 6), qui peut avoir trois pieds de puissance. Elle est exploitée pour la fabrication de la poterie; cette circonstance et sa pureté lui ont fait donner le nom d'argile plastique, mais elle ne correspond pas exactement à l'argile plastique de Paris, qui forme la couche la plus inférieure des terrains de Paris; du reste, l'argile plastique fait évidemment partie du calcaire grossier, et il est naturel de voir plusieurs assises de cette argile alterner avec le calcaire grossier proprement dit.

Couches
d'argile dans
le calcaire
grossier.

4. Une assise de marnes jaunâtres maculées de rouge succède à la couche d'argile plastique. Ces marnes sont sèches au toucher ; ne font point pâte avec l'eau , et se délitent à l'air en très peu de temps. Elles contiennent quelques moules rares de vénéricardes et des huîtres peu nombreuses.

(5) Au-dessus, on exploite pour la fabrication des briques une argile très-pure mais assez fortement colorée en rouge.

6. Des argiles jaunâtres, maculées de parties rouges, complètent cette série argileuse, qui forme à peu-près le tiers de l'escarpement, et peut avoir 12 à 15 mètres de puissance. Ces argiles, faisant légèrement effervescence, ne sont pas employées pour la fabrication des briques.

On ne voit les différentes couches argileuses dont nous venons de donner l'énumération que dans les points où des exploitations les mettent à nu ; par leur nature, elles donnent rarement lieu à des escarpemens naturels : elles forment presque toujours une avance ondulée au pied des escarpemens du calcaire supérieur, et elles sont presque constamment recouvertes par une accumulation de sables et de galets qui s'élèvent quelquefois à la hauteur de 40 à 50 mètres au-dessus des bords de la Garonne, élévation qui nous fait supposer que ces galets ne peuvent pas être rangés dans les terrains d'alluvion proprement dits, c'est-à-dire dans ceux qui sont postérieurs à la dernière révolution que le globe a éprouvée.

7. Une série de petites couches de marnes et de calcaire analogue au calcaire de Langon succède immédiatement aux argiles. Les couches calcaires sont presque toutes exploitées pour moellons ; leur exploitation a lieu par galeries

horizontales, dont la hauteur est celle du banc de pierre. Cette circonstance permet de juger, même de loin, de l'alternance des couches solides et des marnes, par la disposition en étage des excavations qui se dessinent sur la déclivité des escarpemens. Ce calcaire est argileux ; on n'y distingue plus cette grande multitude de milliolites si remarquable dans les couches les plus inférieures du calcaire grossier ; on y trouve beaucoup de polypiers et de petits coraux ; il y en a en outre quelques moules de coquilles turritellées, principalement des cérîtes (*C. lapidum, gigant.*), des buccins et des volutes.

8. Enfin la sommité de cet escarpement est recouverte par un calcaire solide, caveux, mélangé irrégulièrement de parties tendres, circonstance qui, jointe à sa dureté, le rend peu propre à fournir des pierres de taille : il est exploité pour moellons. Ce calcaire renferme une grande quantité de milliolites, ainsi que de moules de fossiles assez variés. Sauf les parties tendres qui existent dans ce calcaire, il présente une analogie complète avec le calcaire de Saint-Macaire et celui de Blaye, qui appartient aux couches les plus inférieures du calcaire grossier des environs de Bordeaux.

Nous avons annoncé que le calcaire grossier se trouve presque exclusivement sur la rive droite de la Garonne ; cependant, entre Langon et Castres, on le voit en beaucoup de points sur la rive gauche, notamment à Bazas, Preignac, Barsac, Cerons, Podensac, Virelade, Arbenatz, Portets et Beau-Tiran ; dans la plupart de ces localités, le calcaire est analogue à celui de Langon ; mais dans quelques-unes, notamment à Virelade, il est le même qu'à St.-Macaire. La présence du calcaire

Rive gauche
de la Garonne.

grossier sur la rive gauche de la Garonne n'infirme pas la supposition que nous avons faite d'une grande faille qui aurait servi de lit à ce fleuve; on voit bien, il est vrai, le même terrain sur les deux rives; mais il est loin d'atteindre la même hauteur. En effet le calcaire ne forme pas d'escarpemens du côté de Langon (fig. 5), à peine s'il y constitue quelques buttes de 8 ou 10 mètres de hauteur. Dans la plupart de ces localités, il ne se montre que dans le lit des ravins, où le terrain tertiaire supérieur a été enlevé par la dénudation, ou bien mis à découvert par des exploitations.

Les calcaires de Saint-Macaire et de Virelade sont fort riches en fossiles; pour ne pas faire de répétitions, je réunirai, dans la liste suivante, le nom des principaux fossiles qui existent dans les différentes carrières des environs de Langon et de Saint-Macaire, dont les calcaires sont contemporains.

Fossiles du calcaire grossier de Saint-Macaire, Langon et Viredale.

Asterias lævis, C. Desmoulin.	»
Scutella bioculata, Ch. Desm.	»
— subrotunda, Ch. Desm.	»
— faujasii, de Fr.	»
Fibularia scutata, Ch. Desm.	»
Echinus pusillus, Munster.	Inf.
Echinolampas oviformis, Ch. Desm.	»
— ovals.	»
Spatangus acuminatus, Goldfuss.	Inf.
Clavagella.	»
Panopea faujasii.	N.
Pholadomya, 1 esp.	»
Mactra deltoïdes.	N.

Assises tertiaires dans lesquelles les fossiles ont été trouvés.

Crassatella tumida, Lam.	Inf.
Corbula revoluta, Bast.	Inf.
Tellina patellaris, Lam.	»
— biangularis, Desh.	»
Lucina gigantea, Desh.	»
— columbella, Lam.	Moy.
Venus corbis, Lam.	»
Corbis pectunculus, Lam.	Inf.
Cardium discrepans.	Moy.
Pectunculus pulvinatus.	Inf.
— Cor.	Inf.
Ostrea Flabellula.	Inf.
— undata.	I. et mo.
— virginica.	Sup.
Natica millepunctata, Lam.	I et mo.
Ampullaria maxima? Lam.	»
Trochus benettæ, Sow.	N.
— sulcatus, Lam.	N.
Turbo parkinsoni, Bast.	Inf.
Phasianella turbinoides, Lam.	N.
Turritella cathedralis, Brong.	I. et mo.
— Turris, Bast.	I. et mo.
Cerithium papaveraceum, Bast.	N.
— granulosum, Bast.	N.
— giganteum.	Inf.
Cerithium Lapidum, Lam.	Inf.
— plusieurs espèces non déterminées.	»
Turbinella?	»
Fusus?	»
Cassis, 1 espèce non déterminée.	»
Buccinum, id.	»
Voluta affinis, Brong.	Inf.
Terebellum convolutum, Lam.	»
Conus deperditus, Lam.	Inf.
Milliolites, plusieurs espèces.	Inf.
Nummulites.	Inf.
Orbitolites plana.	»
Nautilus pompilius, Lam. Il est probable que cette espèce est un peu dist. de la vivante.	N.

Le calcaire grossier se prolonge peu au delà de la Réole : on voit les couches supérieures s'a-

Calcaire d'eau
douce,
sur le calcaire
grossier, près
de la Réole.

baisser successivement, et disparaître sous le terrain tertiaire moyen à Mongange, à moitié chemin environ de la Réole et de Tonneins. Le coteau qui domine la première de ces villes, et sur lequel sont situés les moulins à vents de Mirail (*fig. 7*) est couronné par du calcaire d'eau douce; cette localité est une des meilleures pour bien constater la superposition du terrain moyen sur le terrain tertiaire inférieur, circonstance que nous avons déjà fait remarquer aux moulins de la Garde à Rollon près de Blaye. La position relative de ces deux terrains tertiaires ne se voit pas seulement à la montée de la Réole, mais en différens points du vaste plateau qui domine cette partie de la vallée de la Garonne. Le calcaire d'eau douce forme un véritable chapeau qui recouvre tout le pays, et le calcaire grossier se montre au jour dans les dépressions nombreuses qui le sillonnent. Il n'est pas besoin de trouver des fossiles pour s'apercevoir de la différence des deux terrains: l'aspect seul du pays suffit pour les distinguer; car la couleur blanche que le calcaire d'eau douce communique à la terre végétale décèle son existence.

Outre l'intérêt qui résulte de la superposition que nous venons d'annoncer, la montée de la Réole est encore un point utile à étudier; on y voit les couches supérieures de la formation du calcaire grossier, couches qu'il serait quelquefois difficile de distinguer par les caractères extérieurs de la molasse coquillière, laquelle appartient aux terrains tertiaires moyens et recouvre constamment le calcaire d'eau douce.

1. Les couches inférieures de la montée de la Réole, du côté de Tonneins, sont composées d'un

calcaire très sablonneux, contenant une grande quantité de petits galets quartzeux, qui lui donnent de l'analogie avec certaines couches de molasse coquillière; seulement ces dernières ont en général moins de solidité et ne contiennent pas de miliolites, fossiles si fréquens dans les couches que nous décrivons.

2. Immédiatement au-dessus, on trouve dans le sentier qui conduit aux moulins de Mirail des marnes verdâtres plus ou moins mélangées de sable; tantôt elles sont presque entièrement pures, et se délitent alors en plaques schisteuses, tantôt elles sont mélangées d'une assez grande quantité de petits galets quartzeux. Ces marnes contiennent beaucoup de petites coquilles à l'état de moules peu distincts; elles sont surtout remarquables par la grande quantité de petites huîtres qu'elles renferment. Ces marnes sont analogues à celles que nous avons déjà citées entre Blaye et Mirambeau, dans la partie supérieure du calcaire grossier. Leur épaisseur est au plus de 6 pieds, mais la facilité avec laquelle elles se délitent les fait distinguer des couches calcaires.

3. Ces marnes sont recouvertes par une série de couches, ou plutôt d'amas calcaires très solides, associés avec du sable siliceux. Ces masses calcaires sont aplaties; elles se fondent dans le sable, et comme elles contiennent une grande quantité de grains siliceux: on peut les regarder comme de vastes septaria formés par des filtrations calcaires qui ont eu lieu lorsque les couches supérieures se déposaient. Ces amas calcaires contiennent peu de fossiles; ils sont presque également distribués dans les parties calcaires et les parties sablonneuses.

4. En continuant à s'élever vers la partie supérieure du plateau, on trouve des couches de calcaire très solide, formé comme celui de Blaye, par une grande quantité de milliolites cimentés par du calcaire spathique; il contient en outre beaucoup de polypiers, des coraux, des moules de fossiles, souvent trop indistincts pour qu'on puisse en reconnaître même les genres, et une grande quantité des mêmes petites huîtres que je viens de signaler dans les marnes n° 2. Ces huîtres établissent une liaison intime entre toutes les couches que l'on voit dans la montée de la Réole: elles procurent souvent un point de repère précieux pour déterminer si des couches appartiennent au calcaire grossier ou à la molasse coquillière.

Les couches n°s 3 et 4 fournissent d'excellents moellons: leur dureté empêche de les exploiter pour pierres de taille.

5. Au-dessus existe une couche puissante d'argile sableuse, contenant beaucoup d'huîtres d'espèces variées, en général assez petites, dont plusieurs ne sont pas encore connues. Cette argile contient en outre des nodules analogues aux silex de la craie, composés à la fois de silice et de calcaire.

6. Une nouvelle couche de calcaire dur spathique, contenant des fossiles marins, notamment des vénéricardes, des cythérées, des murex (*M. dubifer*, *fustilosus*), des cérites (*cerit. papaveraceum*), des buccins, des cones (*conus deperditus*), forme la dernière assise du calcaire grossier.

La pente du terrain s'allonge alors beaucoup; elle est terminée par un escarpement brusque de

terrain tertiaire moyen, représenté dans cette localité par deux assises différentes.

7. La première de ces assises est une argile sableuse, maculée de parties rouges, contenant une assez grande quantité de coquilles d'eau douce, principalement des lymnées et des paludines.

8. Enfin, le sommet du plateau est composé de calcaire d'eau douce blanc, lequel forme, ainsi que nous l'avons déjà dit, une vaste couverture sur le plateau supérieur; on le voit se prolonger surtout à l'est; du côté de l'ouest, le calcaire d'eau douce n'a que peu d'étendue, les couches inférieures du calcaire grossier sortant successivement au jour.

Le calcaire grossier est représenté, près de Bordeaux, par des sables qu'on peut jusqu'à un certain point comparer aux sables de l'argile plastique: ils sont peu différens des fahluns qui correspondent à la molasse coquillière, et leur âge est dévoilé seulement par la nature des fossiles qu'ils contiennent. Ces sables sont constamment recouverts de quelques pieds de terrain d'alluvion; on ne peut les observer que lorsque des exploitations récentes les mettent à nu.

Nulle part cette occasion ne m'a été offerte. Néanmoins, comme je désire montrer les différens caractères de la formation du calcaire grossier dans le Midi, je transcris ici quelques mots de la description que M. Jouannet a donnée des fouilles qui ont été faites à Terre-Nègre, dans l'enceinte de Bordeaux même.

Le terrain d'alluvion qui recouvre les fahlunières de Terre-Nègre, présente à la surface un mélange de roches de diverses natures, surtout

Sable de
Terre-Nègre
correspondant
au calcaire
grossier.

de silex de la craie. « On trouve ensuite ne argile ferrugineuse contenant à la fois des rognons de fer hydraté géodique, et des blocs isolés de calcaire grossier, souvent très volumineux, toujours d'une grande dureté, arrondis sur leurs angles, et troués comme le seraient des rochers long-temps battus par les flots.

» Cette argile superposée au terrain marin, en suit toutes les sinuosités; sa couleur foncée tranche fortement avec les couches sablonneuses qu'elle recouvre, et marque la séparation entre l'alluvion, et le terrain inférieur.

» Ce dernier terrain est composé de plusieurs lits de sable fin gris ou jaunâtre, très meuble et sans mélange de gros grains. La couche qui a offert la plupart des fossiles dont nous allons donner bientôt l'énumération, semble avoir été originairement un banc de madrépores, maintenant décomposé, et passé à l'état marneux: ce pendant les madrépores ont en partie conservé leur forme, leur tissu, un peu de leur première solidité et de leur blancheur.»

Liste des fossiles reconnus à Terre-Nègre, sous l'hôpital Richelieu, et sous le jardin botanique, communiquée par M. Ch. Desmoulins :

Scutella decemfissa, Ch. Desm.	»
— subrotunda, Lam.	»
Cassidulus nummulinus, Ch. Desm.	»
— porpita, Ch. Desm.	»
Spatangus ornatus, de Fr.	»
Crassatella tumida, de Fr.	Inf.
— 1 espèce non déterminée.	»
Arca scapulina.	Inf.
Pectunculus pulvinatus, Lam.	Inf.

Pectunculus dispar? de Fr.	Inf.
Nucula margaritacea, Lam.	I. m. et s.
Crania abnormis, Brong.	N.
Terebratula, 2 espèces très petites inédites.	
Emarginula clathrata, Desh.	N.
Delphinula scobina, Bast.	N.
Trochus bucklandi, Bast.	N.
Turbo parkinsoni, Bast.	N.
— monodonta, Jouannet.	N.
— 4 espèces non décrites.	
Turritella strangulata, Grateloup.	
Renulites opercularis? Lam.	Inf.
Milliolites, plusieurs espèces.	Inf.
Nummulites, plusieurs espèces.	Inf.

Le calcaire grossier se prolonge sous le sol des Landes, on le voit saillir dans quelques points de l'intérieur de cette vaste plaine, où sans doute sa surface a été moins dénudée. Mais il se montre surtout dans les environs de Dax et de Saint-Sever, localités où cette formation repose horizontalement sur le grès vert, dont les couches sont fortement inclinées (*fig. 3*). Il paraîtrait résulter de cette disposition que la vallée de l'Adour, qui forme l'extrémité méridionale des Landes, servirait également de limite au bassin intérieur dans lequel le calcaire grossier s'est déposé.

Cette partie du bassin tertiaire ne présentant pas d'escarpemens, le calcaire grossier n'est mis à nu que dans le lit de quelques ruisseaux, et seulement sur une petite épaisseur. Néanmoins son analogie avec le calcaire qui forme les escarpemens de Blaye, ou avec celui qu'on exploite dans les carrières de Saint-Macaire, est trop grande pour qu'il reste, à cet égard, le moindre doute; de plus, il occupe une position géologique semblable, c'est-à-dire qu'il repose sur les formations crétacées, et

Calcaire grossier dans les Landes.

qu'il est recouvert immédiatement par le second étage tertiaire.

Le calcaire grossier forme la petite proéminence connue sous le nom de *Tuc du saumon*, près de Pontou. On l'exploite au Mugron sur les bords de l'Adour, entre Saint-Sever et Dax. Mais parmi toutes les localités où le calcaire grossier est mis au jour, le bourg de Saint-Justin est celle où on peut l'étudier sur la plus grande étendue; la Douze coule sur cette formation; les couches horizontales du calcaire grossier en forment les berges sur une douzaine de pieds de hauteur. En outre, on les voit, sur une longueur de près d'une lieue, former de distance en distance de petites cascades, où l'on peut les étudier avec facilité, grâce au faible volume d'eau qui existe ordinairement dans cette rivière.

Calcaire
grossier à
Saint-Justin.

A Saint-Justin même, le calcaire grossier présente deux couches, dont les caractères sont assez différens; la couche supérieure, puissante environ de deux pieds, est tendre, friable et terreuse; elle est pauvre en fossiles, et ne contient que quelques huîtres qui me paraissent analogues à celles dont j'ai signalé l'abondance dans les marnes vertes des environs de Blaye, ainsi que dans l'argile sableuse de la montée de la Réole. La position du calcaire de Saint-Justin, presque immédiatement au contact du terrain tertiaire moyen, s'accorde avec la présence de ces fossiles qui existent principalement à la partie supérieure du calcaire grossier.

Le calcaire friable est surmonté d'un calcaire assez dur, peu homogène, composé de parties lisses compactes, qui se fondent dans la masse du calcaire, et de parties spathiques, un peu granulaires; ce dernier calcaire contient beaucoup de

moules de coquilles (spirées, cérites, buccins, etc.) dont l'état de conservation est très imparfait; en outre, on trouve disséminée dans la masse même du calcaire une quantité de petits points blancs qui appartiennent à des milliolites, en général plus petites que les milliolites du calcaire de Saint-Macaire; mais on retrouve cette dernière espèce dans les calcaires de Mugron que nous venons de citer plus haut.

Au sortir de Saint-Justin, le calcaire grossier est recouvert par des marnes d'eau douce, qui se rattachent au calcaire, qui forme l'Agenois.

Près de Dax, on retrouve le calcaire grossier à la forge d'Abesse dont les fondations son assises sur un calcaire spathique très dur, contenant une grande quantité de milliolites; il ressort en plusieurs points du cours du Luy, à Hugas, à d'Esperon, au Bedat, à saint Paul, à Quillac, etc. mais la localité la plus intéressante est près de Mont-fort aux carrières de Garanx: il constitue un calcaire solide contenant comme lui une grande quantité de moules de fossiles très variés. La plupart de ces moules sont pétris intérieurement de milliolites, circonstance qui donne aux fossiles de Garanx une identité complète avec ceux de Saint-Macaire, de Virelade et de Langon; je donne ici une liste des principaux fossiles de ces carrières, que M. Grateloup a eu la bonté de me communiquer.

Calcaire
grossier des
environs
de Dax.

Fossiles des carrières de Garanx, près de Dax.

Ostrea sinuata, Lamark.

Spondylus, grande espèce non déterm.

Assises tertiaires dans lesquelles ces fossiles ont déjà été trouvés.

N.

"

Cardita, 2 espèces difficiles à déterminer.
Pectunculus pulvinatus, Lk.
Venericardia?
Chama, 2 espèces inédites.
Isocardia cor, Lk.
Mytilus.
Modiola lithophaga, Lam.
 — *cordata*.
Cardium, 2 espèces indéterminables.
Tellina biangularis? Desh.
Cytherea nitidula? Desh.
Cyprina islandica?
Crassatella tumida.
Turbo setosus?
Trochus infudibulum, Bron.
 — *agglutinans*, Lam.
Solarium millegranosum, Bron.
Turitella terebra, Lk.
 — *strangulata*, Lk.
Ampullaria maxima, Grat.
 — *crassatina*, Lk.
Natica patula, Desh.
Conus depertitus, Lk.
 — *pelagicus*, Broch.
Cypræa physis, Broch.
 — *annulus*, Lk.
Voluta?
Mitra striatula, Broch.
Buccinum ???
Cassis plicatula, Broch.
 — *astinis*, Lk.
 — *lævigata*, de Fr.
Cerithium indéterminables.
Triton anus, Lk.
Pyrula?
Strombus giganteus, Grat.
 — *auricularis*, Grat.
 — *torbelianus*, Grat.
Sigaretus lævigatus?
Nautilus sypho, Grat.
Milliolites saxorum, Lk.
 Polypiers, un grand nombre d'espèces différ.

" Inf.
 " "
 " I. m. ets.
 " I. m. ets.
 " "
 " "
 " Inf.
 " Inf.
 " Inf.
 " Inf.
 " "
 " Moy.
 " I. m. ets.
 " N.
 " M. etsu.
 " Inf.
 " N.
 " Inf.
 " N.
 " Inf.
 " N.
 " Moy.
 " I. et mo.
 " "
 " Moy.
 " "
 " Moy.
 " Inf.
 " Inf.
 " "
 " "
 " "
 " "
 " N.
 " N.
 " N.
 " I. et mo.
 " "
 " Inf.
 " "

Les détails que je viens de donner sur la position géologique du calcaire marin de Blaye, établissent d'une manière certaine que ce calcaire repose sur les formations crétacées, et qu'il est recouvert par des terrains d'eau douce qui appartiennent, ainsi que je le démontrerai bientôt, à l'étage moyen; en outre, le plus grand nombre des fossiles que j'ai indiqués sont caractéristiques de l'assise inférieure des terrains tertiaires. Quelques-uns se trouvent à la fois dans deux étages de ces terrains, mais aucun n'est propre aux terrains tertiaires supérieurs. La considération des fossiles s'accorde par conséquent avec les caractères de superposition, pour faire regarder le calcaire que nous avons décrit dans cette première partie, comme étant la représentation exacte du calcaire grossier de Paris; seulement dans le Midi, cette formation est plus simple que dans le Nord: elle est presque uniquement représentée par un calcaire dont les caractères varient peu. Je crois utile aussi de faire remarquer qu'il existe une séparation très tranchée entre le calcaire grossier et les formations crétacées. En effet, dans les Landes, et principalement dans la Chalosse, le calcaire grossier s'étend horizontalement sur les couches relevées de ces formations. Cette disposition est le résultat de la révolution qui a donné naissance à la chaîne des Pyrénées, laquelle a séparé le dépôt de la craie, du dépôt des terrains tertiaires; il est donc impossible d'admettre, ainsi que des zoologes distingués sont portés à le faire, que la craie des Corbières, et en général la craie supérieure du Midi de la France dans laquelle on trouve quelques fossiles regardés jusqu'ici exclusivement comme tertiaires, appartiennent à ces derniers terrains. L'explication de cette anomalie

Résumé sur la position du calcaire grossier du Midi.

importante se rattache peut-être à la position littorale que les couches crayeuses paraissent avoir eue à l'époque de leur dépôt. Il serait possible qu'une appréciation plus exacte de cette circonstance, qui n'a pas encore été assez étudiée par les conchyliologistes, apportât un jour des modifications importantes dans la distribution trop absolue qu'ils admettent maintenant des fossiles au milieu des formations.

NOTICE

Sur des essais faits au haut-fourneau de Plons près de Sargans (Suisse, canton de Saint-Gall), pour substituer, en partie, le bois en nature au charbon de bois.

Par M. COMBES, ingénieur des mines.

Le haut-fourneau de Plons est situé près du village de ce nom, à une demi-lieue environ de la petite ville de Sargans, dans la vallée profonde de la Seez, le principal affluent du lac de Wallens-tädt. Cette usine a été achetée, assez récemment, par M. Näher, propriétaire des forges et du haut-fourneau de Laufen, au-dessous de la fameuse chute du Rhin.

Situation
des usines.

Les minerais traités à Plons sont de deux espèces, que l'on distingue par les noms de *schwarzerz* (minerai noir), et *rotherz* (minerai rouge). Le minerai noir est un mélange d'hématite brune et d'hématite rouge ou fer oxidé rouge; le minerai rouge est composé de fer oxidé rouge, et mélangé, suivant l'observation de M. Berthier qui a visité après moi le haut-fourneau et la mine de Plons, d'un minerai particulier de manganèse; il est plus riche que le premier; tous deux sont très mélangés de fer sulfuré. Ils proviennent d'une couche subordonnée au calcaire qui constitue la montagne élevée, appelée *Kuntzberg*, qui domine Sargans. Cette couche affleure au jour à un niveau très-élevé, dans un escarpement à pic qui domine la vallée de la Seez. Sa direction est à peu près du nord au sud; son inclinaison vers

Minerais.

l'est, c'est-à-dire vers la vallée du Rhin, est de 15 à 18° environ, sa puissance est 4 à 5 pieds. Elle est exploitée depuis plusieurs siècles, et l'on y a pratiqué d'immenses excavations, sur toute la hauteur de la couche, en ne laissant que les piliers nécessaires pour soutenir le toit. L'exploitation a été conduite en descendant depuis les affleuremens; le roulage se fait par une galerie ouverte sur le flanc de la montagne, dans une fente du calcaire. Les mineurs reçoivent 15 kreutzer (environ 0^f,55) par quintal de minerai extrait. Le transport de la mine à l'usine est exécuté jusqu'au bas de la montagne à l'aide de brouettes ou de traîneaux conduits par des hommes, sur un sentier très raide tracé à cet effet, ou à dos d'ânes. Ces animaux servent seuls au transport, du pied du Kuntzberg jusqu'à l'usine bâtie au pied de la montagne en face, sur l'autre rive de la Seez.

Haut-
fourneau.

Le haut-fourneau a une hauteur de 23 pieds de Nuremberg (1) (6^m,99), il est à une seule tuyère et à poitrine fermée. Le vent est fourni par une trompe de 37 à 38 pieds (11^m,24 à 11^m,54), alimentée par un petit torrent qui se précipite de la montagne voisine.

Préparation
des minerais.

Les minerais sont d'abord soumis à un grillage qui s'exécute séparément sur les deux espèces que nous avons désignées. L'opération se fait dans un fourneau, analogue aux fours à chaux à calcination continue, dans lequel on place des lits alternatifs de minerai en gros morceaux, et de combustible qui consiste en bois ou en menu charbon

(1) Le pied de Nuremberg = 0^m,303, d'après l'annuaire du bureau des longitudes pour 1832.

de bois provenant des déchets du charbonnage ou de la halle à charbon. Les minerais sortant du four sont immédiatement jetés sous les pilons d'un bocard à eau, pour y être cassés en morceaux, dont les plus gros ont à peu près les dimensions d'une noisette. Toute la poussière est entraînée par le courant d'eau dans le ruisseau voisin, et le minerai propre à la fonte se réunit dans une auge placée sur le devant du bocard, d'où on l'extrait à la pelle, pour le mettre en tas jusqu'au moment où il sera employé. Il se forme, dans ces tas ainsi exposés à l'air, des sulfates solubles qui sont entraînés par les eaux de pluie.

Au moment d'employer le minerai, on fait un mélange composé de $\frac{4}{5}$ en poids de minerai noir grillé et de $\frac{1}{5}$ de minerai rouge également grillé, et ce mélange, avant d'être chargé dans le fourneau, est soumis à un second grillage dans un fourneau à réverbère établi sur la plate-forme du gueulard et chauffé par la flamme perdue du haut-fourneau. Ce four reçoit la flamme du gueulard par une ouverture pratiquée à l'une de ses extrémités, qui est sur le bord du gueulard. Les minerais sont jetés par un trou pratiqué sur le milieu de la voûte et que l'on recouvre par une plaque en fonte. Ils sont étendus sur la sole avec un long rینگard que l'on introduit par la porte de déchargement opposée à l'autel et à l'ouvreau par lequel s'introduit la flamme; avant de les faire tomber sur la sole, on les laisse déposés quelque temps sur la voûte, où ils éprouvent un commencement de dessiccation. La flamme qui a circulé dans le four à réverbère s'élève ensuite par un conduit ou cheminée verticale, placée au-dessus de la porte de chargement, et va échauffer les tuyaux dans les-

quels circule l'air fourni par la trompe, qui est ainsi échauffé avant de parvenir à la tuyère.

Chauffage
du vent.

L'appareil établi au-dessus du fourneau à réverbère, pour chauffer le vent, est presque en tout semblable à celui de Wasseraifingen. On peut régler assez facilement la température en ouvrant plus ou moins l'ouvreau de déchargement du fourneau à réverbère qui est fermé par une porte à bascule. Lorsque celle-ci est soulevée, l'air froid pénètre par-là, et monte avec la flamme et les gaz chauds du gueulard dans l'espace qui renferme les tuyaux; il contribue ainsi à abaisser la température. En abaissant la porte, ou en la fermant tout-à-fait, on diminue la quantité d'air froid introduite, et on élève ainsi la température.

Les minerais chauffés au rouge blanc dans le four de grillage sont extraits au moyen d'un rable par l'ouvreau de décharge, et tombent dans une brouette en tôle de fer. Ils sont pesés encore rouges sur une balance à bascule, conduits au gueulard dans la même brouette, et jetés immédiatement dans le fourneau. On ne les retire du four de grillage qu'au moment même où la charge doit être faite. Les minerais étant à gangue calcaire, on ajoute un fondant argileux qui consiste en un mélange de deux espèces d'argile schisteuse ou feuilletée, qui se trouvent dans le voisinage et appartiennent à la formation qui renferme la couche exploitée. L'une de ces argiles est blanche et tendre, l'autre rouge et plus dure. On les mêle par portions égales.

marche
du fourneau
avec
le charbon.

Voici la marche ordinaire, depuis que le fourneau a été mis au vent chaud. A 200^{liv.} (1) de mine-

(1) La livre dont il est fait usage est la grosse livre de

rai grillé, pesé et chargé tout rouge en sortant du four à réverbère, on ajoute 60^{liv.} de fondant argileux, moitié argile blanche et tendre, moitié argile rouge. Cette charge est passée sur 4 vans de charbon, dont un van de charbon dur de bois de hêtre et 3 vans de charbon tendre de bois résineux.

Le van de charbon a une capacité moyenne de $5\frac{1}{2}$ pieds cubes de Nuremberg = 0^{m.c.}, 1458. Un van de charbon dur qu'on allait charger a été pesé devant moi; le poids a été de 44^{liv.} $\frac{1}{2}$, le poids d'un van de charbon tendre, pesé aussi devant moi, a été trouvé de 37^{liv.}.

D'après cela, la composition de la charge serait en poids :

Matières à fondre.	{	Mineral grillé et chargé encore	} 260 liv.
		rouge	
		Fondant argileux	60
Combustible.	{	Charbon dur	44 $\frac{1}{2}$
		Charbon tendre	111
			} 155 $\frac{1}{2}$

On fait en 12 heures 13 charges semblables qui fournissent environ 1.326^{liv.} de fonte blanche et po-

St.-Gall (St.-Gall schweres gewicht), laquelle est subdivisée en 40 loths. Il me reste un peu d'incertitude sur la valeur de la livre comparée au kilogramme; je crois, d'après une note prise sur lieux, que 91 livres équivalent à 50 kilogrammes, et qu'ainsi 1 livre = 0^k,549. A ce compte le mètre cube de charbon dur pèserait 165 kil., et le mètre cube de charbon tendre, 137 kil. Ces poids sont faibles, ce qui tendrait à me faire croire qu'il y a erreur dans l'évaluation de la capacité du van ou dans celle de la livre de St.-Gall, comparée au kilogr.; au surplus, cela n'a qu'une médiocre importance, puisque je donne les évaluations en poids du pays, soit pour les matières à fondre, soit pour les combustibles. D'après d'autres renseignements que j'ai reçus indirectement, il serait possible que la livre dont il s'agit fût égale à 0^k,62.

reuse. Le minerai grillé rend ainsi 51 pour cent de fonte.

Avant que le fourneau fût mis au vent chaud, on passait seulement 170^{liv.} de minerai grillé par charge, la quantité de combustible demeurant la même, et la quantité de fondant étant seulement de 50^{liv.}; les charges descendaient plus vite; on pouvait en faire 18 en 12 heures, et l'on retirait encore du minerai 51 pour cent de fonte environ.

Consommation
en charbon.

Il résulte de là que, le fourneau allant au vent froid, le rapport en poids du combustible consommé aux matières à fondre est celui de 155 $\frac{1}{2}$ à 220 ou de 0,707 à 1; le rapport du combustible consommé à la fonte obtenue est de 155 $\frac{1}{2}$ à 86,70, ou de 1,793 à 1; de plus on obtient en douze heures 1.560^{liv.} de fonte.

Le fourneau allant au vent chaud, les rapports ont changé et sont devenus :

Rapport en poids du combustible aux matières à fondre : 0,598 à 1, et rapport du combustible à la fonte obtenue : 1,525 à 1.

On obtient en 12 heures 1.326^{liv.} de fonte environ. L'introduction du vent chaud a donc eu pour résultat une économie notable dans la consommation de combustible; mais la lenteur avec laquelle sont descendues les charges a diminué la quantité de la production journalière. A cela nous devons ajouter que la température du vent n'était pas très-élevée; elle était, d'après ce qui m'a été dit, insuffisante pour fondre le plomb exposé au courant d'air sortant de la tuyère.

Emploi
du bois.

Dans ces circonstances, M. Näher a essayé de remplacer une partie du charbon de bois employé par du bois en nature. Le fourneau de Plons est très favorablement situé pour consommer le bois

en nature, parce que ce combustible, qu'il tire des montagnes du canton des Grisons, lui arrive par le Rhin, sur lequel il est flotté à l'automne et au printemps de chaque année. Le charbonnage se fait tout près de l'usine, et par conséquent, si l'on parvenait à remplacer une partie du charbon par du bois en nature, on éviterait les dépenses de charbonnage, et l'on devrait en outre espérer une économie de combustible, sans qu'il y eût aucune augmentation dans les frais de transport.

M. Näher fit scier à la main des bûches de bois de sapin de deux ans de coupe, qui avaient été flottées une première fois, quelque temps après la coupe, puis une seconde fois, dans le cours du printemps de 1834. Ces bûches, dont la longueur moyenne est de 3 pieds $\frac{1}{2}$, furent sciées en trois parties égales et refendues quand elles étaient d'un trop gros diamètre. Le bois scié fut mis à couvert sous un hangar, où on le laissa séjourner quelque temps avant de l'employer. Pour le chargement dans le fourneau, le bois scié en morceaux de 13 à 14 pouces de long est empilé dans un châssis rectangulaire en fer, qui a 3 pieds $\frac{1}{2}$ de haut sur 3 pieds de large. La mesure contient donc de 10 $\frac{1}{2}$ à 11 $\frac{1}{2}$ pieds cubes, tant plein que vide. C'est en volume, à très-peu de chose près, l'équivalent de deux vans de charbon. Le cadre est suspendu à une petite potence ou grue que l'on ramène devant le gueulard. On laisse le bois exposé à la chaleur de la flamme pendant une demi-heure environ, avant de le jeter dans le fourneau.

Préparation
du bois.

L'on a pesé devant moi une semblable mesure de bois qui avait été ainsi exposée à la chaleur du gueulard pendant une demi-heure; son poids a été de 198^{liv.}; en admettant un volume de 11 pieds

cubes, elle équivaldrait à 0,308 stères. Cette mesure de bois a été substituée à deux vans de charbon tendre, et la charge a été exécutée de la manière suivante : on jette d'abord dans le fourneau le bois scié et séché par-dessus un van de charbon dur, puis un van de charbon tendre, enfin le minerai et le fondant.

Effet
sur la marche
du fourneau.

L'allure du fourneau n'a subi aucun dérangement fâcheux. Au contraire, la descente des charges est devenue plus rapide; la température de l'air s'est élevée, et l'on a été obligé d'ouvrir beaucoup plus l'ouvrage de décharge du four à réverbère, pour prévenir la fusion des tuyaux dans lesquels l'air circule; la tuyère est devenue beaucoup plus brillante. Après un petit nombre de charges, on a été conduit à mettre 220^{liv.} de minerai, au lieu de 200^{liv.}, sans augmenter pour cela la quantité de fondant, et l'on a pu faire 18 charges en 12 heures au lieu de 13, de sorte que l'on est ainsi revenu au même nombre de charges, que le fourneau allant au vent froid pouvait supporter. La qualité de la fonte n'a été altérée en aucune façon.

Emploi
alternatif
du charbon
seul
ou mélangé
de bois.

La provision de bois scié ayant été bientôt épuisée, on revint à l'emploi du charbon; le fourneau n'éprouva aucun accident, mais il reprit son allure antérieure. La descente des charges se ralentit, et après s'être procuré une nouvelle quantité de bois scié, on recommença à en faire usage. Le fourneau a ainsi marché alternativement avec du charbon seul, et avec un mélange de bois et de charbon, sans qu'il en soit jamais résulté aucun accident fâcheux, l'allure changeant toujours très rapidement dès que l'on substituait le bois au charbon, de la manière que nous avons indiquée ci-dessus. Tous les intervalles de temps, pen-

dant lesquels on a remplacé la moitié du charbon par un volume à peu près égal en bois, forment ensemble un espace de deux mois à peu près. En juin 1834, on a chargé du bois pendant une semaine entière. L'on a passé 213 charges, comprenant ensemble 213 mesures de bois scié, chacune de 11 pieds cubes environ, 426 vans de charbon moitié dur moitié tendre, et 46.860^{liv.} de minerai, qui ont rendu 22.580^{liv.} de bonne fonte. Le rendement est plus faible que le rendement moyen, ce qui tient probablement à ce que l'on a chargé pendant cette semaine moins de mine rouge et plus de mine noire qui est moins riche.

Pour comparer l'économie résultant de l'emploi du bois en nature, substitué en partie au charbon de bois, il suffit de savoir quel est le résultat du charbonnage. D'après les renseignements que M. Näher a eu la bonté de me donner, un *klafter* de bois qui cube $6\frac{1}{2} \times 6 \times 3\frac{1}{2} = 136\frac{1}{2}$ pieds cubes (pied de Nuremberg), fournit 82 pieds cubes de charbon qui doivent peser, à raison de 37^{liv.} par van ou de 7^{liv.}, 12 par pied cube, 583^{liv.}, 84. Or, chaque mesure de bois scié étant au plus de 11 pieds cubes $\frac{1}{2}$, un *klafter* fournit de 11 à 12 mesures semblables, et même quelquefois davantage quand il est refendu. Si la quantité de minerai chargé sur le combustible n'avait pas varié, on voit que $\frac{1}{12}$ de *klafter* de bois résineux serait substitué à 10,40 pieds cubes de charbon tendre. Or, $\frac{1}{12}$ de *klafter* ne fournirait, à raison de 82 pieds cubes par *klafter*, que 6^{p.c.}, 83 de charbon. L'économie par charge serait donc de 3^{p.c.}, 57 de charbon tendre qui correspondent à 0,0435 *klafter* ou 5,94 pieds cubes de bois. Cette économie est plus forte encore, puisque la charge en minerai est augmentée d'un

Économie
due à l'emploi
du bois.

dixième par charge, ce qui équivaut à une économie additionnelle de $\frac{1}{10}$ de la quantité totale de combustible qui était employée avant que l'on fit usage du bois en nature. L'économie totale par charge est donc égale à $\frac{20,88}{10} + 3,57 = 5,65$ pieds cubes de charbon. Cette économie, comparée à la quantité de charbon préalablement nécessaire pour la fusion de 220^{liv.} de minerai, est à celle-ci dans le rapport de 5,65 à 22,88, c'est-à-dire qu'elle en est les $\frac{244}{1000}$ ou, en nombres ronds, le quart.

Marche
du fourneau
avec du bois.

En résumé, la marche du fourneau, quand on emploie du bois, est ainsi qu'il suit :

Par charge

Matières à fondre.	{ Minerai 220 Fondant 60 }	} 280
Combustibles.	{ Bois, 198 liv. équivalent à char- bon tendre 48,65 Charbon tendre, un van 37 Charbon dur, un van 44,50 }	} 130,15
Fonte obtenue, 51 p. 100		112,20
Rapport du charbon en poids aux matières à fondre.	$\frac{130,15}{280}$	= 0,465 : 1
— — — — à la fonte obtenue.	$\frac{130,15}{112,20}$	= 1,16 : 1

Enfin l'on obtient en 12 heures une quantité de fonte égale à 20,196^{liv.} et très-supérieure à celle que l'on obtenait auparavant, soit au vent chaud, soit au vent froid.

Les essais précédens ont paru concluans à M. Näher, et l'ont décidé à établir sur son usine une scie circulaire, mue par une roue hydraulique, pour débiter, en morceaux de 13 pouces de longueur, les bois de corde nécessaires à l'alimentation de son fourneau. Il espère, avec raison sans doute, réaliser, par l'emploi constant du bois mêlé au charbon, une économie plus forte encore que

celle indiquée par les essais dont nous venons de rendre compte.

On peut remarquer que, malgré la grande fusibilité des minerais traités à Plons, on consommait dans l'origine une quantité de combustible beaucoup plus considérable que celle qui est généralement employée dans les hauts-fourneaux, pour la fusion de minerais beaucoup plus réfractaires.

Le vent chaud a diminué cette consommation, qui est cependant encore restée très considérable, 1,52 de charbon en poids pour 1 de fonte. De plus la descente des charges a été ralentie à un point tellement extraordinaire, que la quantité du produit journalier a diminué.

L'emploi du bois mêlé au charbon, à volumes à peu près égaux, a produit une économie plus forte que celle qu'on avait obtenue par le vent chaud, et a de plus accéléré la descente des charges, de façon à augmenter beaucoup le produit journalier. La consommation en charbon n'a plus été que de 1,16 pour 1 de fonte obtenue, ce qui est un résultat à peu près comparable à celui des fourneaux au charbon de bois qui marchent le mieux.

Bien que les résultats peu avantageux obtenus à Plons avec le charbon seul, soit au vent froid, soit au vent chaud, tiennent sans doute en partie à quelques vices dans la construction ou dans la conduite du fourneau; le succès obtenu en substituant du bois en nature à la moitié du charbon tendre, nous paraît très digne d'intérêt.

En le faisant connaître, nous espérons déterminer quelques maîtres de forges, dont les usines seraient favorablement situées pour cela, à imiter M. Näher. Il y a ici cet avantage très considéra-

ble, qu'il paraît que les essais peuvent être faits sans aucun danger de déranger l'allure du fourneau ou de produire des engorgemens, et qu'ainsi ils n'occasioneront aucune dépense additionnelle. La substitution de la houille crue au coke, dans un grand nombre de hauts-fourneaux de la Grande-Bretagne et de la France, est déjà un précédent qui doit encourager. En outre, il nous semble que l'on peut essayer, avec espoir de succès, l'emploi du bois en nature, dans des fourneaux qui marcheraient au vent froid. On sait que les hauts-fourneaux du pays de Galles, qui marchent à la houille crue, sont tous au vent froid.

Note sur l'application du vent chaud aux foyers d'affinerie de LAUFEN et de KÖNIGSBRONN (Wurtemberg).

Usine
de Laufen.

Je terminerai cette notice par quelques résultats sur l'application du vent chaud aux foyers d'affinerie, obtenus à l'usine de Laufen, et à celle de Königsbronn, près de Wasseralfingen, dans le royaume de Wurtemberg. L'usine de Laufen consiste en un haut-fourneau de 23 pieds de hauteur, 3 feux d'affinerie et 2 feux de martinet. On traite dans les foyers d'affinerie les fontes provenant du fourneau de Laufen, et celles de Plons, où ont eu lieu les essais dont nous venons de rendre compte. Lorsque j'ai visité l'établissement, le haut-fourneau de Laufen était en réparation; l'on avait achevé la construction d'une trompe neuve, et l'on était en train d'établir l'appareil pour le chauffage de l'air. Les résultats dont nous allons rendre compte se rapportent uniquement à l'affinage des fontes de Plons.

Les feux d'affinerie et les petits foyers reçoivent le vent d'une trompe, haute d'environ 30 pieds, alimentée par les eaux du Rhin. Cette trompe a 14 tuyaux de chute, en fonte de fer, d'un diamètre intérieur de 4 à 5 pouces $\frac{1}{2}$. L'air sortant du réservoir inférieur de la trompe est chauffé par la chaleur perdue du foyer, et l'appareil (voyez la *Planche XI* et l'explication qui suit cette notice) est disposé de façon que l'on puisse à volonté faire circuler l'air dans les tuyaux recourbés, placés sous le manteau ou hotte qui recouvre le foyer où il acquiert une température d'environ 160° Réaumur, ou bien faire arriver directement l'air froid dans le foyer. L'ouvrier amène de l'air froid lorsqu'il doit avaler la loupe et qu'il a à travailler dans le foyer. Pendant le reste de l'opération, l'air est échauffé avant d'arriver à la buse.

Appareil
à chauffer
le vent.

Voici quelle a été en 1834 la marche des feux d'affinerie où l'on traitait de la fonte de Plons obtenue au vent froid. Dans la première semaine de février 1834, les feux d'affinerie allant au vent chaud, 94^{rs}, 17 de fonte ont fourni 78^{rs}, 62 de fer en barres, en consommant 1.188 pieds cubes de charbons tendres (1).

Affinage
au vent chaud.

Ainsi, on a consommé pour obtenir 100 kil. de fer en barres :

Fonte.	119 ^k , 60
Charbons tendres.	30, 2 pieds cubes (2).

(1) Les mesures sont ici la livre égale à un demi-kilogramme, et le pied de Nuremberg.

(2) En admettant que les charbons brûlés à Laufen ont le même poids que ceux de Plons, le pied cube pèserait 7^{liv}, 12 de Saint-Gall; et si la livre de Saint-Gall est 0^k, 549, 30, 2 pieds cubes pèseraient 118^k, 04. La consommation serait donc à peu près de 1 de charbon pour 1 de fonte affinée. Cette évaluation est au reste très-peu sûre.

Le second feu d'affinerie produit, pendant une semaine du même mois de février, 71^{qr},87 de fer en barres, en consommant 86^{qr},62 de fonte et 1.092 pieds cubes de charbons tendres.

C'est, pour 100 kil. de fer en barres, une consommation de :

Fonte 120^k,50
Charbons tendres.. 30^{p.c.},40 = 118^k,86 environ.

Le 3^e. feu, qui ne marcha pas toute la semaine, a produit 53^{qr},72 de fer en barres, en consommant 65^{qr},01 de fonte et 828 pieds cubes de charbon, et par suite pour 100 kil. de fer en barres :

Fonte. 121^k.
Charbon. 30^{p.c.},80 = 120^k,43

Avantage
sur l'ancien
procédé.

Avant d'employer le vent chaud, on consommait en moyenne, pour affiner 100 kil. de fonte de Plons, 40 pieds cubes de charbon, et le produit hebdomadaire d'un feu n'était que d'environ 3.000 kil., au lieu de 3.600 à 3.900 de fer en barres qu'on obtient avec le vent chaud. On a donc réalisé une économie constante de $\frac{1}{4}$ sur le combustible dépensé, en augmentant sensiblement la quantité du produit (1).

Ces résultats ne se sont pas soutenus quand on a commencé à traiter les fontes provenant du fourneau de Plons marchant au vent chaud. Ainsi, dans la première semaine du mois d'août 1834, un feu a produit 69^{qr},37 de fer en barres, en consommant 84^{qr},12 de fonte faite au vent chaud, et

(1) La consommation moyenne au vent chaud n'excède pas 30 pieds cubes par 100 kil. de fer en barres. Il y a des domaines où elle n'a été que de 27 pieds cubes.

1.200 pieds cubes de charbon. C'est pour 100 kil. de fer en barres :

Fonte. 121^k,3
Charbons. 34^{p.c.},6

Ce résultat est encore un des plus favorables que l'on ait eus; car dans d'autres semaines la consommation en charbon a été de 36 pieds cubes par 100 kil. de fer en barres.

On attribue cela à la qualité de la fonte qui est devenue moins poreuse, plus compacte et plus difficile à affiner. Il est vraisemblable que l'on pourra remédier à cet inconvénient en modifiant la composition de la charge du haut-fourneau.

À l'usine de Königsbronn, on a mis au vent chaud un des feux d'affinerie, tandis que l'autre marche au vent froid. Ici, l'appareil pour chauffer le vent consiste en un simple tuyau recourbé en forme de syphon, dont les deux branches s'élèvent sous le manteau de la cheminée. Le développement des tuyaux chauffés, par la flamme perdue où l'air circule, n'excède pas 20 pieds, ce qui suffit pour porter la température de l'air à 140° R. environ. On n'amène le vent chaud dans le foyer que pendant la fusion de la fonte, qui marche ainsi beaucoup plus rapidement, et l'on amène directement le froid, comme dans l'usine de Laufen, lorsque l'ouvrier avale la loupe et travaille dans le foyer.

Pour obtenir 108^{liv.} de fer en barres, on consomme, dans le feu d'affinerie au vent froid, 20 pieds cubes de charbons tendres, et, dans le feu d'affinerie au vent chaud, 17 pieds cubes seulement. C'est donc une économie de $\frac{3}{20}$ sur le combustible. Le déchet à l'affinage est aussi un peu

Usine de
Königsbronn.

moindre au vent chaud qu'au vent froid : on retire en général de 100^{liv.} de fonte, 78 à 80^{liv.} de fer en barres. On n'a pas remarqué à Königsbronn que les fontes obtenues au vent chaud fussent plus difficiles à affiner que celles faites au vent froid.

Explication de la planche XI.

M (*fig. 1 et 2*), caisse en fonte dans laquelle est amené le vent de la machine soufflante.

R, autre caisse à laquelle est adaptée la buse B qui porte le vent dans le foyer d'affinerie.

La caisse R reçoit le vent de la caisse M, soit par le tuyau TT qui traverse en *a* le fond supérieur de la caisse M, soit par le tuyau *ttt* qui le traverse en *a'*, et fait sous la hotte du foyer plusieurs circonvolutions HH; de sorte que l'axe de la conduite, dans cette partie, a la forme d'une hélice.

L (*fig. 1, 2 et 4*), levier horizontal tournant autour d'un boulon vertical *b*, au moyen duquel on fait mouvoir deux plaques horizontales *p, p'* (*fig. 1 et 4*). Ces plaques *p, p'* glissent entre des coulisses et viennent ouvrir ou fermer la communication entre la caisse M et les tuyaux TT ou *tt*. Dans la position qu'occupe le levier dans les figures 1, 2 et 4, l'ouverture *a'* est ouverte, et celle *a* fermée; l'air se rend à la caisse R et à la buse par la conduite HH *tt*, et il arrive chaud dans le foyer. Si l'on fait tourner le levier dans le sens *xy* (*fig. 4*), *a'* se fermera, *a* s'ouvrira et l'air arrivera froid à la buse et au foyer, par le conduit TT et la caisse R.

F (*fig. 2*), foyer d'affinerie.

On voit comment les circonvolutions HH sont suspendues, par un long étrier en fer, à une traverse horizontale supportée sur les parois de la hotte.

Dans la *fig. 1* les divers tuyaux ont été projetés sur un plan horizontal qui coupe le mur de la tuyère à la hauteur de la buse. Dans la projection de la *fig. 2*, le tuyau H, bien que situé en partie en avant du plan de coupe, a cependant, pour plus de clarté, été projeté en entier sur ce plan.

Note sur les produits du haut-fourneau de Plons; près-Sargans (Saint-Gall);

PAR M. P. BERTHIER.

La couche minérale que l'on exploite pour le service du haut-fourneau de Plons se trouve près du sommet d'une haute montagne coupée presque à pic; on n'y parvient qu'après deux heures de marche, en montant presque constamment. La roche dominante est un calcaire qui, d'après les fossiles qu'il renferme, doit appartenir à l'âge de la formation de la craie. Ce calcaire alterne avec des bancs de schistes argileux blancs, gris, noirs, rouges et verts, comme cela se voit dans la Tarantaise.

La matière principale que renferme la couche métallifère est de l'oxide de fer rouge compacte; mais ce minerai est accompagné de matière schisteuse verte, de chaux carbonatée, de pyrite cristalline et d'une substance brune dont on ignorait jusqu'ici la nature. Cette substance est d'un brun foncé nuancé de noir, compacte et mate, çà et là lamellaire et alors un peu luisante; sa poussière est d'un rouge sale peu foncé; mais après calcination elle est d'un rouge d'oxide de fer; sa pesanteur spécifique est d'à peu près 4,0. Dans le tube de verre elle donne un peu d'eau; par la calcination elle perd de 0,03 à 0,04 de son poids, à raison du dégagement de ce liquide et d'une certaine quantité d'oxigène. Ce minéral ne renferme qu'une trace de fer; c'est de l'oxide rouge de manganèse anhydre, mélangé d'une certaine proportion d'hydrate de deutoxide qui lui donne une teinte brune. Les minéralogistes savent que jusqu'à présent cette espèce a été rare : on pourra main-

tenant se la procurer très facilement à Sargans : elle se trouve en amas et en veines au milieu de l'oxide rouge de fer. Elle joue d'ailleurs un rôle important dans le haut-fourneau, en facilitant la fusion des laitiers et en améliorant les qualités de la fonte.

Les minerais triés, et concassés en gros morceaux, sont transportés à l'usine, où on les soumet à l'opération préliminaire du grillage, dans une espèce de four à briques. Comme ils sont très-compactes, et qu'ils ne reçoivent le contact de l'air que sur une petite surface, cette opération ne peut être que très imparfaite ; elle doit avoir tout au plus pour effet de changer la pyrite en proto-sulfure, et de rendre la matière moins dure et moins tenace. On bocarde celle-ci de manière à la réduire en petits morceaux de la grosseur d'une noix tout au plus, et l'on en sépare les parties les plus fines, en introduisant un courant d'eau dans l'auge du bocard. Ce lavage me paraît fort peu utile, et doit occasioner une perte de minerai assez considérable.

Le minerai grillé, bocardé et lavé, est ensuite conservé en tas en plein air, jusqu'au moment où l'on en a besoin pour le service du haut-fourneau ; malheureusement on ne le garde pas en cet état à beaucoup près assez long-temps, parce que l'on n'en a pas d'assez grands approvisionnements. Ce minerai est très riche et aisément fusible, mais il a le défaut d'être mélangé de beaucoup de pyrites : aussi la fonte contient-elle une assez forte proportion de soufre. Il serait donc très important de le débarrasser de la plus grande partie de ces pyrites avant de le fondre ; or, le seul moyen économique que l'on puisse employer

pour cela, serait de le laisser exposé à l'air en tas peu épais continuellement arrosés à l'aide d'un filet d'eau. On sait qu'en procédant ainsi, les pyrites se décomposent peu à peu et produisent des sulfates que l'eau entraîne. Lorsque ces sulfates sont très solubles, ce qui a lieu quand les minerais sont magnésiens, la désulfuration est assez prompte ; mais le minerai de Sargans présente au contraire le cas le plus défavorable, parce qu'il contient une très grande proportion de chaux, et qu'il en résulte que l'acide doit se combiner tout entier avec cette base à mesure qu'il se forme ; or le sulfate de chaux étant peu soluble, il faut un long temps, et le concours de beaucoup d'eau, pour l'enlever en totalité. Ce ne serait certainement pas trop que de laisser le minerai exposé à l'action de l'air pendant deux ou trois ans, et je crois que c'est là un des plus grands perfectionnements que M. Naher pourra introduire dans son usine.

Avant de jeter le minerai dans le haut-fourneau, on le soumet, pendant une heure ou deux, dans un four à reverbère, à l'action de la flamme qui sort par le gueulard. On se proposait de lui faire subir par ce moyen un second grillage ; mais je crois que l'on s'est abusé à cet égard ; en effet, on sait que les gaz qui sortent d'un haut-fourneau, loin d'être oxidans, constituent plutôt un véritable combustible et un combustible excellent, ils ne peuvent donc pas oxider les pyrites, et tout au contraire ils seraient plus propres à ramener les sulfates à l'état de sulfures, ce qui ne ferait faire aucun progrès à la désulfuration. L'analyse du minerai, sortant du four à reverbère au moment où il est prêt à être jeté dans le haut-fourneau, prouve

d'ailleurs plutôt un commencement de réduction qu'un grillage : on l'a trouvé composé de :

Peroxyde de fer.	0,524	} 0,980
Protoxyde de fer.	0,124	
Oxyde de manganèse.	0,112	
Chaux.	0,158	
Magnésie.	0,010	
Silice combinée.	0,052	

Il est noir, à demi fondu, un peu bulleux, très magnétique; il fond très bien avec 0,20 de quartz, et il donne à l'essai 0,506 de fonte blanche, un peu cristalline, à grains moyens, et une scorie vitreuse, transparente, d'un vert foncé intermédiaire entre le vert bouteille et le vert émeraude; on ne sait à quoi tient cette coloration, que l'on remarque aussi dans les laitiers obtenus en grand : on s'est seulement assuré qu'elle n'est point produite par du chrome.

Quoique la flamme du haut-fourneau, du moins de la manière dont elle est employée, ne soit pas propre à opérer le grillage du minerai, elle n'en est pas moins très utile, d'abord en produisant un effet tout opposé, c'est-à-dire en opérant un commencement de réduction, et ensuite en échauffant le minerai jusqu'à la chaleur blanche, ce qui doit nécessairement diminuer la consommation du combustible d'une quantité notable; il faut remarquer aussi que l'échauffement produit par la flamme suffit pour calciner complètement le carbonate de chaux que renferme le minerai cru. Je pense qu'il serait avantageux d'échauffer également dans le four à réverbère les matières qu'il est nécessaire d'ajouter au minerai pour le fondre, et que l'on ferait bien de mêler à celui-ci le fraïsil et les menus

charbons dont on ne fait aucun emploi, dans la proportion d'environ les 6 à 7 centièmes de son poids; par ce moyen on en effecturerait la réduction presque complète, d'une manière très économique, et il serait tout disposé à fondre au moment où on le jetterait dans le fourneau.

La fonte de Plons est blanche, cristalline, souvent bulleuse, et très cassante; on l'affine dans les usines de Laufen, près Schaffhouse, et elle donne du fer qui passe pour être d'assez bonne qualité. Cette fonte se dissout dans l'acide muriatique sans laisser aucun résidu, si ce n'est une trace de graphite. Lorsqu'après l'avoir réduite en poudre fine, on l'humecte d'eau et on la laisse exposée à l'air, elle s'oxide avec une extrême rapidité. Elle contient :

Carbone.	0,028	} 0,086
Silicium.	0,004	
Manganèse.	0,043	
Soufre.	0,011	

On voit par-là qu'elle est absolument de même nature que la fameuse fonte blanche du pays de Siegen, et que par conséquent elle serait très propre à être employée pour fabriquer de l'acier naturel : il est étonnant qu'on n'en ait pas encore fait l'essai. Mais en même temps on remarquera qu'elle renferme une proportion de soufre extrêmement considérable; on en améliorerait certainement la qualité si l'on désulfurait le minerai avec plus de soin, de la manière qui a été indiquée, et si l'on chargeait les laitiers de chaux le plus qu'il est possible.

Ces laitiers, tels qu'on les obtient aujourd'hui, sont composés de :

Silice.	0,388	} 1,000
Chaux.	0,278	
Magnésie.	0,046	
Protoxide de manganèse.	0,130	
Protoxide de fer.	0,010	
Alumine.	0,140	
Soufre.	0,008	

Leur composition est à peu près représentée par la formule $AS + 2(C, M, Mn, F)S$, et il y a mélange d'une petite quantité de sulfure de calcium. Ces laitiers sont en général bien fusibles, compacts, vitreux, opaques, et d'un vert d'herbe souvent assez beau. Ils sont aisément attaqués par les acides avec dégagement de gaz hydrogène sulfuré. On les rendrait plus calcaires, et par conséquent plus désulfurans, en remplaçant l'alumine par de la chaux, si l'on pouvait en même temps substituer un sable quartzueux aux schistes argileux que l'on emploie actuellement comme fondans.

Le fourneau de Plons est alimenté depuis un certain temps avec de l'air chaud, dont la température est portée de 150° à 200° par la flamme qui, après être sortie du gueulard, a déjà servi à chauffer le minerai à la chaleur blanche. Cela fait voir que l'échauffement de l'air s'effectue avec une grande facilité, ce que l'on n'aurait pas pu prévoir, et que ce gaz n'absorbe qu'une très faible quantité de calorique, ce qui s'accorde avec les expériences faites en petit, qui nous ont appris que sa capacité pour la chaleur est très peu considérable.

Les avantages qui résultent de l'emploi de l'air chaud sont incontestables; partout où l'on en a fait l'essai on a obtenu une diminution plus ou moins considérable dans la consommation du combus-

tible, et une augmentation très grande de la température dans l'intérieur du fourneau. Cette augmentation de la température est prouvée par une multitude de phénomènes. Dans certains fourneaux, par exemple, qui sont alimentés par des minerais zincifères, il se formait des couronnes de cadmice à une certaine distance au-dessous du gueulard, lorsqu'on se servait de l'air froid; mais depuis qu'on chauffe celui-ci, on ne voit plus trace de ces couronnes, parce que les vapeurs du zinc sont portées hors du fourneau, et ne se condensent plus que dans la cheminée.

On a attribué l'économie de combustible que procure l'emploi de l'air chaud à plusieurs causes, et la plupart des métallurgistes ont pensé, entre autres, que la chaleur apportée par l'air dans le fourneau rendait parfaitement compte de cet effet; mais il suffit de considérer que l'air, en s'échauffant à 150 ou 200° , ne prend que très peu de calorique, ainsi que je l'ai fait remarquer plus haut, pour faire rejeter cette explication. Sans entrer dans aucuns détails, je me contenterai d'énoncer en peu de mots ma manière de voir à cet égard. Je pense que les phénomènes qui résultent de l'emploi de l'air chaud dépendent de ce que la combustion est plus active dans le creuset que quand le vent n'a pas été préalablement échauffé, c'est-à-dire de ce que pour un même poids d'air il y a plus d'oxygène absorbé dans le premier cas que dans le second. Si cela est, on voit de suite qu'il faut moins d'air chaud que d'air froid pour brûler une même quantité de charbon dans le creuset, et que les gaz qui sortent de celui-ci étant très appauvris en oxygène, ne doivent, en traversant la cuve, donner lieu qu'à une très faible com-

bustion, quoiqu'ils se trouvent d'ailleurs portés à un degré de température fort élevé. Or, l'épuisement de l'oxygène de l'air est un point très essentiel lorsque l'on veut obtenir une très forte chaleur; car malheureusement l'air renferme en proportion considérable une substance inerte, l'azote, dont on ne peut pas le débarrasser, substance qui n'a d'autre effet que de s'emparer en pure perte d'une portion du calorique développé par la combustion; d'où il suit que moins on consomme d'air, et moins cette cause de refroidissement est grande. Quant à la supposition de l'accroissement de la combustion dans le creuset, elle s'accorde avec ce fait fondamental bien constaté, que l'affinité des gaz pour les substances solides, avec lesquelles ils peuvent se combiner, est considérablement augmentée par l'échauffement de ces gaz.

On a dit que tous les résultats que donne l'air chaud pourraient être obtenus avec de l'air froid suffisamment comprimé; cela est à vérifier par l'expérience. Je crois que l'air froid comprimé doit produire une chaleur locale très-grande; mais en même temps il me paraît évident qu'il ne doit pas avoir pour effet, comme l'air chaud, l'épuisement de l'oxygène. Le mieux serait certainement d'employer de l'air chaud comprimé jusqu'à un certain point que l'expérience aurait à faire connaître.

Dans l'essai prolongé que l'on a fait du bois en nature au haut-fourneau de Plons, il s'est trouvé qu'il en a fallu 100 parties en poids pour remplacer 37 parties de charbon, qui sont précisément l'équivalent des matières combustibles que renferme le bois. Il semble donc que toutes ces matières soient complètement utilisées, et qu'il ne s'en dissipe pas une partie très notable à l'état de

gaz, sans produire d'effet, comme on aurait pu le croire; ce fait est extraordinaire et mériterait d'être apprécié. Je m'étais rendu à Sargans dans l'intention de faire quelques recherches à ce sujet: j'aurais suivi le bois dans sa descente jusqu'à une certaine profondeur dans le fourneau, pour examiner la succession des altérations qu'il éprouve, etc.; mais le manque d'eau ne permettant plus de conduire les travaux d'une manière régulière, je n'ai pas pu exécuter mon projet.

Le bois est susceptible de donner une proportion de charbon singulièrement variable, selon la manière dont s'opère la calcination, et surtout en raison de la graduation plus ou moins rapide de la température; en général, plus l'échauffement est lent, plus est considérable la proportion de charbon que l'on obtient. Comme le bois que l'on introduit dans un haut-fourneau par le gueulard parvient en quelques heures dans un espace excessivement échauffé, il doit éprouver une carbonisation très rapide, et par conséquent produire peu de charbon; c'est peut-être beaucoup que d'en porter la proportion à 0,19; dès lors, les gaz qui se dégagent équivalent à peu près aussi à 0,19 de carbone si ces gaz sortaient intacts du fourneau, il y aurait évidemment perte de combustible en employant le bois avant de le carboniser. Puisque l'expérience prouve qu'il en est autrement, il faut qu'une portion des gaz se consume utilement dans le fourneau: c'est par eux sans doute que s'opère la réduction du minerai, du moins pour la plus grande partie, et ils sont effectivement éminemment propres à produire cet effet. Quoi qu'il en soit, comme il s'en échappe une quantité très

considérable par le gueulard, ce qui est attesté par l'augmentation de la flamme, on ne tirera tout le parti possible du bois au haut-fourneau que quand on emploiera ces gaz, soit à réduire le minerai dans un four à réverbère approprié, soit à tout autre usage, en les mêlant avec de l'air pour les brûler.

Si l'on pouvait dessécher complètement le bois avant de le jeter dans le haut-fourneau, on ferait certainement une chose très avantageuse, puisque l'on se débarrasserait ainsi d'une quantité considérable de vapeur d'eau qui absorbe une grande quantité de calorique; mais cela paraît difficile à exécuter d'une manière économique. Ce que l'on fait à Plons, en exposant le bois à la réverbération de la flamme pendant une heure environ, est absolument sans effet, et ne suffit pas même pour échauffer sensiblement les bûches au delà d'une épaisseur de quelques centimètres.

Les tourbes pures ont un pouvoir calorifique plus grand que le bois. Il y en a un certain nombre en France que l'on pourrait employer dans les hauts-fourneaux comme celui-ci, d'autant mieux qu'il serait beaucoup plus aisé de les dessécher et de leur faire prendre un très grand retrait par la dessiccation même. Enfin, les tourbes terreuses, lorsqu'elles ne sont mélangées que de matières calcaires, pourraient évidemment servir à remplacer le bois, puisqu'elles n'introduiraient dans le fourneau que des substances indispensables pour la fusion, savoir, du carbonate de chaux qui remplacerait une portion équivalente de la *castine* que l'on ajoute ordinairement.

OBSERVATIONS

Sur l'Estramadure et le nord de l'Andalousie, et essai d'une carte géologique de cette contrée.

Par M. F. LE PLAY, ingénieur des mines.

(Suite et fin.) (1)

§ III. CONSÉQUENCES DIVERSES.

Jusqu'ici je n'ai joint au simple exposé des faits observés, que les conséquences qui s'y rattachent de la manière la plus immédiate : je vais maintenant présenter un résumé de quelques autres inductions plus éloignées, mais qui me paraissent se déduire naturellement des deux paragraphes précédens.

1. *Sur les révolutions du sol de l'Estramadure.*

L'inspection de la carte géologique de l'Estramadure (*Pl. V*) met suffisamment en évidence la haute antiquité de l'émersion du sol de cette contrée : en faisant abstraction des roches tertiaires que renferme le bassin isolé de Badajoz, les dépôts les plus modernes que j'aie observés à la surface de cette contrée, ont été produits pendant la période houillère; et encore ceux-ci ne forment-ils, sur les terrains de transition, que des bassins d'une faible étendue. De plus, les roches des formations houillère et de transition diffèrent radicalement par leurs caractères minéralogiques

Révolutions dominantes en ce pays.

(1) La première partie de ce mémoire a été insérée dans la livraison précédente, même volume, page 297.

et par ceux de la stratification; en sorte qu'on ne peut douter que ces deux systèmes de dépôts n'aient été formés dans des circonstances très différentes. La démarcation observée entre les deux périodes est due sans doute à l'émersion presque totale des plateaux de l'Estramadure, immédiatement après le dépôt de la partie la plus récente du terrain de transition. C'est cette révolution dont l'empreinte est la mieux conservée entre le Tage et le Guadalquivir, et c'est à elle que ce pays doit ses caractères les plus saillans.

La distribution des corps organisés fossiles, dans le deuxième étage du terrain de transition, semble indiquer qu'avant la révolution dont il vient d'être question, les roches stratifiées de l'Estramadure avaient déjà été tourmentées en plusieurs points. Ces fossiles, en admettant qu'ils ne manquent pas complètement dans le nord de la contrée, y sont du moins extrêmement rares: je n'en ai jamais rencontré dans les plateaux qui avoisinent le Guadiana, bien que cependant j'aie observé cette partie de l'Estramadure avec plus de détail que le reste du pays. Les térébratules et les spirifers, qui m'ont servi à établir l'identité d'une partie des terrains de transition avec l'étage supérieur tel qu'il existe en Bretagne, sont déposés particulièrement entre Almaden et Santa Eufemia, dans une bande de terrains stratifiés, qui s'étend à peu près du nord-est au sud-ouest. A Almaden, on trouve ces fossiles dans des couches de schistes, de quartzites et de grès: celles-ci s'étendent au pied d'une haute chaîne, dont les roches ne contiennent pas de restes de corps organisés, et paraissent appartenir à l'étage inférieur. Les strates de ces dernières, dirigées du nord-est au sud-ouest, sont évidemment en stra-

tification discordante avec les couches coquillères qui recouvrent le pied de la chaîne. Cet état de choses indique assez clairement que les animaux, dont on trouve les restes aux environs d'Almaden, ont vécu, pendant le dépôt du deuxième étage de transition, sur un rivage formé avant cette période, au pied d'une haute chaîne orientée du nord-est au sud-ouest.

En rapprochant cette conclusion de toutes celles qui se déduisent de l'étude des formations anciennes et tertiaires de l'Estramadure on est conduit à plusieurs conséquences importantes touchant les révolutions qui ont eu lieu dans cette partie du globe: je signalerai particulièrement les suivantes.

1. Le passage du terrain de transition inférieur aux roches cristallines, sur lesquelles il repose, n'est jamais brusque, et les deux systèmes de couches sont toujours en stratification concordante. L'époque à laquelle la sédimentation mécanique a commencé à s'associer à l'action chimique, n'a donc été signalée en Estramadure par aucun phénomène particulier de soulèvement.

Point de
soulèvement
avant
la 1^{re}. période
de transition.

2. Le passage de la première à la deuxième période de transition a été marqué par le soulèvement de la grande chaîne d'Almaden. Celle-ci, après cet événement, formait la crête d'une petite île alongée dans la direction de l'est 40° nord à l'ouest 40° sud. Cette île avait été formée à la même époque que celles qui commençaient à dessiner le continent de la Bretagne et du Bocage normand, et ses rivages étaient peuplés des mêmes espèces de mollusques qui vivaient sur ces dernières.

C'est sans doute à ce soulèvement que sont dus les caractères anomaux de quelques parties du deuxième étage de transition et notamment des

Soulèvement
après
la 1^{re}. période
de transition.

psammites coquillères d'Espiel et de Cabeza del Buey, situées symétriquement de part et d'autre de l'axe de figure de la masse émergée. Ce soulèvement n'a été au reste, dans ce pays, qu'un accident de peu d'importance, et, dans la plus grande partie de la contrée, le terrain de transition est resté plongé sur une grande profondeur d'eau. La sédimentation a continué à se produire à stratification concordante, sans que l'influence de cette première révolution déterminât un changement notable dans la nature des dépôts. C'est par ce motif que la distinction entre les deux étages est beaucoup moins nette qu'elle ne l'est en Normandie et en Bretagne.

Soulèvement
après
la 2^e. période
de transition.

3. La fin de la deuxième période de transition a été signalée par l'élévation en masse du sol de l'Estramadure; mais cette première révolution ne l'avait pas porté tout d'abord au niveau qu'il occupe aujourd'hui. Sa surface toutefois était complètement émergée, si ce n'est dans quelques petits lacs ou golfes où le terrain houiller devait se former dans la période suivante.

Période
houillère.

4. On ne peut prendre une idée complète de l'état des choses, pendant la période houillère, par la distribution actuelle du terrain houiller: selon toute apparence, les bassins où se déposait ce terrain n'étaient pas tous concentrés dans la Sierra-Morena, comme le sont aujourd'hui les traces de cette formation; mais les dépôts qui ont pu se former dans la contrée que baigne aujourd'hui le Guadiana ont dû disparaître par la même cause qui y a corrodé si puissamment la surface du sol (page 344). La fin de la période houillère a sans doute été marquée par une révolution qui, en desséchant les lacs houillers, a interrompu pour long-temps le phénomène de la sédimentation à la surface de l'Estramadure.

Période
secondaire

5. Les formations comprises entre le dépôt houiller et le deuxième étage tertiaire paraissent manquer complètement en Estramadure: on se trouve donc privé des moyens les plus sûrs de distinguer les révolutions qui ont pu avoir lieu entre ces deux périodes éloignées. Il est probable que ce pays, qui jusque-là avait été un point de moindre résistance, à l'époque de chacune des révolutions précédentes, a ressenti, plus ou moins profondément, l'influence de celles qui ont eu lieu pendant les périodes secondaires; mais il faudrait une étude approfondie de la contrée pour en distinguer les traces au milieu des accidens produits par les dislocations antérieures. La carte indique assez clairement que la production des ridés dans l'écorce stratifiée de cette partie du globe a été généralement accompagnée de l'apparition de masses cristallines qui ont, avec les dislocations des terrains stratifiés, certaines relations intimes: c'est probablement dans cet ordre de phénomènes que l'on trouverait les moyens de jeter quelque lumière sur cette partie de l'histoire géologique de l'Estramadure.

6. J'ai annoncé que le bassin tertiaire de Badajoz repose immédiatement sur le terrain de transition: il s'ensuit que le calcaire lucustre, qui paraît être la partie inférieure de cette formation, s'est déposé dans un bassin qui n'existait pas avant les périodes tertiaires: cette circonstance est un nouvel indice de mouvemens survenus dans le sol à une époque antérieure. Quant aux révolutions qui ont de nouveau changé la configuration du sol de l'Estramadure au commencement de la période actuelle, leur existence me semble suffisamment prouvée, indépendamment de toute

2^e. âge
tertiaire.

Soulèvement
après le 3^e âge
tertiaire.

hypothèse, par la situation presque verticale des marnes et du calcaire d'eau douce de Badajoz. D'un autre côté, l'ensemble des caractères du terrain d'euphotide et de diorite, l'intercalation de ces roches dans les dolomies de Badajoz, au contact du deuxième étage tertiaire, et enfin la présence des mêmes roches dans les collines de Guareña, qui appartiennent au troisième étage, prouvent suffisamment qu'il existe une relation intime entre la révolution la plus récente du sol de l'Estramadure et l'apparition de ces masses cristallines. Cette connexion entre les deux phénomènes est précisément la même que celle que M. Dufrenoy a signalée entre les révolutions du troisième étage tertiaire, sur les deux pentes des Pyrénées, et l'éruption de ces roches cristallines, composées de feldspath et d'actinote, qu'il a désignées, d'après Palassou, sous le nom d'*ophites*. Cette coïncidence remarquable, entre les caractères du troisième étage tertiaire dans deux provinces éloignées l'une de l'autre, est une preuve de la haute influence que cette révolution récente a exercée sur la configuration du sol de la Péninsule.

Au reste, l'importance de la révolution des ophites se trouve suffisamment établie par le seul fait de l'existence de masses considérables appartenant au troisième étage tertiaire, disséminées à une hauteur de 550 à 600 mètres au dessus de la mer, sur le plateau central de l'Espagne.

Terrains
des Landes
et de l'Espagne
centrale.

S'il pouvait rester quelques doutes sur l'identité du terrain de transport des Castilles, de la Manche, de l'Estramadure et de l'Andalousie avec le troisième étage tertiaire du sud de la France, j'aurais encore à présenter ici un grand

nombre de rapprochemens entre ces deux formations. Je choisirai l'exemple suivant, qui prouve que l'analogie se manifeste jusque dans les accidens locaux qui existent dans ces terrains, et qui en même temps jette du jour sur le gisement dans lequel l'aragonite paraît avoir été observée pour la première fois.

J'ai rappelé précédemment les rapports qui existent entre les dislocations des trois formations tertiaires sur les deux versans des Pyrénées, et l'apparition des ophites, des gypses et de certaines masses de sel gemme. Des accidens absolument semblables se retrouvent en beaucoup de points du plateau central de la Péninsule, particulièrement dans la province de Cuença (Nouvelle-Castille), et près de la limite des royaumes de Valence et d'Aragon. La présence de l'aragonite dans le terrain de transport de la Nouvelle - Castille paraît être une conséquence de cette révolution, et ce gisement offre une telle analogie avec celui de Bastène, près de Dax, au centre des formations tertiaires des Landes, qu'il y a tout lieu de croire que ces minéraux ont été formés, dans ces deux localités, dans des circonstances entièrement identiques.

Les cristaux prismatiques hexaèdres, qu'on voit dans toutes les collections sous le nom d'aragonite d'Espagne, proviennent, pour la plupart, de Molina-d'Aragon (7 myriamètres nord-nord-ouest de Cuença) et de Mingranilla (8 myriamètres sud-est de la même ville). C'est dans ces deux localités que l'aragonite a été trouvée pour la première fois, et Bowles est, je crois, le premier qui en ait fait mention. Les cristaux isolés sont disséminés dans les argiles avec cailloux roulés, qui recouvrent cette

Gisement
de l'aragonite
d'Aragon.

partie si élevée du plateau dans lequel le Tage et le Guadiana prennent leur source ; mais cette circonstance ne s'observe jamais qu'au voisinage de ces roches anormales, semblables aux gypses et aux ophites des Pyrénées, qui contiennent, comme ces dernières, beaucoup de cristaux d'aragonite et qui ont sans doute la même origine. La gangue la plus ordinaire de ce minéral est un gypse saccharoïde, bien distinct de celui qui fait partie du sol tertiaire de Madrid : il n'est point stratifié, et est quelquefois associé, comme à Mingranilla, à de puissans amas de sel gemme. Selon toute apparence, les cristaux répandus dans le terrain de transport proviennent de la désagrégation des gypses : leur présence dans ce terrain est due aux mêmes causes qui ont isolé ces cristaux de feldspath vitreux, de pyroxène, de mica, d'amphigène, etc., qu'on trouve épars dans certaines contrées, au voisinage des trachytes et des roches volcaniques.

Direction
des chaînes
et des roches
stratifiées.

Jusqu'ici, en cherchant à déduire des faits observés quelques conséquences relatives aux révolutions du sol de l'Estramadure, j'ai négligé, à dessein, de tirer aucune conclusion à cet égard de la direction des chaînes de montagnes et des roches stratifiées. Il est facile de prouver, en peu de mots, que les résultats auxquels j'ai été conduit sont d'accord avec ceux qu'on déduirait de ce dernier ordre de considérations, et qu'ainsi ils étendent jusqu'au sud de l'Espagne la vérification des lois que M. Elie de Beaumont a signalées dans le reste du continent européen.

Soulèvement
est 40° nord

La première révolution qui a eu lieu dans la contrée, entre les deux périodes de transition, a

produit dans les couches du terrain de transition ancien une rupture orientée de l'est 40° nord à l'ouest 40° sud. Cette direction est aussi à peu près celle des couches schisteuses redressées à la même époque dans les chaînes du Westmoreland, de l'Hundsrück, de la montagne Noire entre Castres et Carcassonne, de la partie orientale des Pyrénées, etc.

La même direction se retrouve dans la forme allongée, et surtout dans la stratification du massif granitique compris entre Almaden et Garlitos : il est probable que l'épanchement de cette formation remonte à cette première révolution. Les petites chaînes de quartzites compactes, voisines d'El-Risco et d'Espiritus-Santi, dans lesquelles on observe encore la même direction, paraissent aussi se rattacher à la même époque.

La direction que j'ai indiquée pour ce premier soulèvement se montre avec régularité dans la Sierra d'Almaden ; il serait possible cependant que la stratification de cette chaîne eût été notablement modifiée par les révolutions suivantes dont les traces sont encore si distinctes dans la contrée.

Le terrain de transition moderne, soulevé à la même époque que ceux de la Bretagne et de la Normandie, présente avec ces derniers, sous le rapport de la stratification, une identité qu'on ne peut méconnaître. L'action mécanique qui a émergé le sol de l'Estramadure paraît avoir exercé son principal effort suivant une ligne passant par l'axe de figure du bassin granitique de Torremilano et de Hinojosa, et dirigée de l'ouest 12° nord à l'est 12° sud. Cette direction est indiquée de la manière la plus rigoureuse par la stratification régulière des schistes et des grauwackes qui

Soulèvement
est 12° sud.

forment la lisière septentrionale de ce massif. La même direction se retrouve pour ainsi dire à chaque pas dans les autres parties de l'Estramadure, notamment dans les plateaux de la Sierra-Moreña au nord de Cordoue; dans les collines qui longent la frontière de Portugal à l'ouest d'Albuquerque, dans les plateaux qui s'étendent entre cette ville et Cacerès, etc. Mais, dans tous les lieux que je viens de citer, les rides produites dans cette direction sont souvent effacées en partie par des dislocations plus modernes; elles ne se sont conservées sans modification que dans le pays d'Almaden, où elles déterminent encore la direction des cours d'eau, et entre autres du Guadalmez, l'un des affluens principaux du Zuja.

Le terrain de transition moderne de l'Estramadure a conservé, comme on le voit, d'une manière frappante l'empreinte de la révolution qui a suivi le dépôt de cette formation: la direction (ouest 11° à 12° nord) des couches de ce terrain, au sud d'Almaden, pourrait donc être prise comme un des élémens du calcul par lequel on voudrait déduire de l'observation la loi rigoureuse du parallélisme des rides produites à cette époque dans l'Europe occidentale.

Le soulèvement (ouest 12° nord) ayant laissé des traces profondes dans la plus grande partie du sol de l'Estramadure, les révolutions postérieures n'ont pu en général imprimer aux roches de la contrée la direction qui leur est propre. Chacune de ces révolutions n'aura donc en général donné aux couches des terrains stratifiés que la direction résultante de tous les mouvemens qui se sont succédé à diverses époques.

J'ai déjà indiqué qu'il existait des traces d'un

soulèvement immédiatement postérieur à la période houillère. Je suis porté à rattacher à cette époque la production d'un système de rides très distinct des précédens, et orienté à l'ouest 72° nord: j'ai signalé précédemment (page 315) la régularité avec laquelle il se présente dans la chaîne de Solana, à l'ouest de la Sierra de Guadalupe. Les bassins houillers de la contrée ont une trop faible étendue pour qu'on doive s'attendre à trouver les traces de cette révolution dans les couches de cette formation; on les observe au contraire très distinctement dans les parties du terrain de transition, qui n'avaient été que faiblement affectées par le soulèvement précédent. Une direction à peu près identique, mais plus rapprochée de la direction du méridien, se retrouve dans la contrée de Montanchès, dans la Sierra de San Servan; enfin aux environs du Pedroso et du terrain houiller de Villa-Nueva del Rio. En voyant l'uniformité de la direction des cours d'eau qui sillonnent ce district de la Sierra Morena, on ne peut douter que ce système de soulèvement n'ait exercé une grande influence sur la formation du relief de cette partie de l'Andalousie.

C'est sans doute à la combinaison de ce soulèvement avec le système ouest 12° nord qu'il faut attribuer en grande partie la direction sud-est que j'ai observée si fréquemment dans les terrains stratifiés qui s'étendent de part et d'autre du Guadiana. Sans doute aussi les mouvemens du sol, pendant la période secondaire, auront contribué à produire les variations fréquentes qu'on observe aujourd'hui dans la stratification des roches de cette contrée.

Sous le rapport de la direction, ce système de

Soulèvement
ouest 72° nord

soulèvement offre une analogie évidente avec celui qui, à la même époque, a donné naissance à la grande chaîne carbonifère du nord de l'Angleterre.

Soulèvement
est 17° nord.

Ainsi que M. Elie de Beaumont en a déjà fait la remarque, la direction (est 18° nord), particulière à la révolution qui a suivi la troisième période tertiaire, est clairement indiquée sur le sol de l'Espagne, par la direction des grands cours d'eau, tels que le Duero, le Tage, le Guadiana et le Guadalquivir; on en trouve des traces bien distinctes en Estramadure, particulièrement sur toute l'étendue de la grande faille qui, à cette époque, a élevé de cinq cents mètres environ les plateaux de l'Estramadure au-dessus des plaines de l'Andalousie. Cette faille, qui s'est produite à la limite des terrains anciens et de la mer où se déposait le terrain tertiaire, est extrêmement distincte au nord de Cordoue, où elle est dirigée exactement de l'est 17° nord à l'ouest 17° sud. Bien que ce mouvement se soit opéré principalement dans le sol déjà disloqué à cette époque, c'est-à-dire dans le terrain de transition, il s'est cependant fait sentir aussi dans les deux étages du terrain tertiaire; et ceux-ci se trouvent élevés, en ce point, à une hauteur notable au-dessus du reste de la plaine.

Bien que les ophites de l'Estramadure aient exercé leur action sur un sol déjà tourmenté, elles y ont cependant laissé çà et là des traces de la direction qui caractérise ce système de soulèvement. Cette direction est assez visible dans la chaîne qui borde la rive droite du Guadiana, au nord de Talarrubias, et dans les mouvemens de terrain qui, un peu plus au nord, déterminent le cours du Rucas et du Gargaliga. On peut d'ailleurs re-

marquer que les affleuremens d'ophites dans le terrain tertiaire de Guareña et de Merida sont situés, vers l'ouest-sud-ouest, dans le prolongement de ces accidens du sol. Je suis porté à rattacher encore à la révolution des ophites la formation des collines situées, près d'Almaden, au nord de la grande chaîne dirigée est 40° nord. A l'appui de cette opinion, je rappellerai que les masses d'ophites sont très abondantes dans la contrée, et que d'ailleurs les couches coquillères du terrain de transition moderne y ont une direction comprise entre l'est et l'est 10° nord, laquelle diffère notablement de la direction est 12° sud, si constante dans le reste du pays.

C'est une chose digne de remarque, que quelques-unes des fissures qui contiennent les dépôts de mercure d'Almaden présentent la même direction que les collines dans lesquelles elles sont situées; j'ai indiqué d'ailleurs (p. 319 et 362) les relations intimes qui paraissent exister entre l'origine des filons et de ces collines; il semblerait, d'après cela, que la formation de ces fissures est contemporaine de la révolution des ophites; conclusion qui se trouve encore confirmée par la présence de boules arrondies d'ophite dans l'intérieur des masses de cinabre. On savait à la vérité depuis long-temps que la formation des dépôts de mercure était plus moderne que celle de beaucoup d'autres métaux: mais si la présomption que j'é mets ici était fondée, il serait démontré que le principal gîte de mercure connu se rattache à une époque beaucoup plus récente qu'on ne l'avait pensé jusqu'ici, et qu'ainsi ce métal ne diffère pas moins des autres corps métalliques par l'époque de son origine que par ses propriétés physiques.

Origine
récente
des filons
d'Almaden.

2. *Aperçu des révolutions du sol de la Péninsule.*Soulèvements
successifs
du sol.

Les détails que je viens de donner sur la nature physique de l'Estramadure, rapprochés des observations que j'ai eu occasion de faire dans d'autres parties de l'Espagne (1), me paraissent répandre quelque lumière sur l'histoire des révolutions successives qui ont contribué à donner à la Péninsule sa configuration actuelle. Pour ne point sortir des bornes naturelles de ce mémoire, je ne donnerai ici à ce sujet que de simples indications.

Almaden.

La révolution qui, après la première période de transition, a redressé certaines couches de quartzites de l'Estramadure, s'est sans doute fait sentir en d'autres points de la Péninsule. Si par la crête des rochers d'Almaden, c'est-à-dire dans la direction est 40° nord, on tire un arc de grand cercle, celui-ci va passer par la partie orientale des Pyrénées, puis entre Castres et Carcassonne, par le groupe de la montagne Noire, lieux dans lesquels M. Elie de Beaumont a signalé l'existence de dislocations produites à cette époque et dans la même direction. Les Sierras d'Albarracin et de Molina, à la limite commune de la Nouvelle-Castille, de l'Aragon et de Valence, bien qu'elles doivent leur relief principal à une révolution très récente, ont sans doute, comme la plupart des chaînes modernes, été produites dans un sol déjà tourmenté : leur situation sous le grand cercle dont je viens de parler me porterait à croire que les premières révolutions du sol, dans ce groupe de montagnes,

Sierras
d'Albarracin
et de Molina.

(1) Itinéraire d'un voyage en Espagne, etc. *Annales des mines*, 3^e. série, tome V, page 175.

datent de l'époque des soulèvements d'Almaden et de la montagne Noire.

Les terrains de granite et de roches stratifiées anciennes, qui forment le nord-ouest de la Péninsule, paraissent avoir été soulevés à la même époque : la direction caractéristique de cette révolution se retrouve dans l'orientation de la côte depuis le cap Ortegaleja jusqu'au cap Finistère, et dans les nombreuses pointes qui s'avancent dans la mer, entre ce dernier cap et l'embouchure du Mino. La Galice paraît avoir été formée en grande partie par cette première rupture de la surface du globe, et semble en avoir conservé l'empreinte sans altération jusqu'à la période actuelle.

Galice.

Après le deuxième âge de transition, une nouvelle révolution, produisant dans les couches déposées jusque-là une suite de rides dirigées moyennement ouest 12° nord, s'est fait sentir dans toute l'étendue de la Péninsule, et, en élevant au-dessus des eaux des étendues de terre considérables, a commencé à dessiner la forme de ce continent. C'est de cette époque que date le premier soulèvement de ces Pyrénées asturiques, sur la pente desquelles, dans la période suivante, devaient se déposer les puissantes couches de houille qu'on y exploite aujourd'hui.

Pyrénées
asturiques.

Ainsi que je l'ai prouvé avec détail, c'est à cette époque qu'a été soulevé le terrain de transition moderne de l'Estramadure espagnole, et probablement aussi toute la contrée comprise entre le Tage et le Guadalquivir, depuis la Sierra-de-Estremos en Portugal jusqu'aux monts de Tolède et au delà du Despeña-Perros, vers l'extrémité orientale de la Sierra-Morena.

Estramadure.

Enfin, plus au sud, cette même révolution a don-

Alpujarras.

né naissance aux Alpujarras, dont les puissans chaînons, composés presque exclusivement de roches de transition, sont orientés à peu près de l'est à l'ouest. La Contraviesa, la Sierra-de-Lujar, et enfin toute la région montagneuse qui domine la côte comprise entre Malaga et Almeria, ont été en partie formées à cette époque.

Montagnes
au nord
du Tage.

Les montagnes anciennes qui séparent le bassin du Duero de celui du Tage étaient alors émergées en grande partie : je suis même porté à croire que leur premier soulèvement date d'un époque encore plus reculée. En effet, dans les points où j'ai eu occasion de les observer, savoir, dans le Sommo-Sierra et au nord de Talaveyra de la Reyna, j'ai cru remarquer que l'on passe immédiatement des terrains tertiaires aux granites et aux roches stratifiées les plus anciennes. Il serait donc possible que les gneiss et les granites du Sommo-Sierra eussent été soulevés en partie pendant la période cristalline, et antérieurement au dépôt des terrains de sédiment.

Partie
occidentale
de la
Péninsule.

Le soulèvement dont j'ai fait remonter l'origine à la fin de la période houillère, celui dont les traces sont visibles, en Estramadure, dans les Sierras de Solana et de San-Servan, et près du bassin houiller de Villa-Nueva-del-Rio, a laissé une forte empreinte de son action dans toute la partie occidentale de la Péninsule. Si, par les petites montagnes qui forment la partie orientale de la Sierra de San-Servan, on tire une ligne dirigée comme elles, c'est-à-dire faisant avec le méridien un angle de 15° environ vers l'ouest, cette ligne rencontrera, depuis le cap Ortegá, ou plutôt celui de Barres, jusqu'aux colonnes d'Hercule et même au delà, sur le continent africain, une série d'accidens du sol, qui tous

affectent la même direction. Ce soulèvement a peut-être commencé à dessiner l'isthme qui a réuni pendant long-temps l'Afrique à la partie méridionale de l'Espagne. Probablement aussi, c'est à cette époque qu'il faut rattacher le premier soulèvement des couches houillères des Asturies. Enfin cette révolution, en donnant aux montagnes qui séparent l'Espagne du Portugal leur relief actuel, a été la cause première de la séparation politique de ces deux contrées.

Pendant toute la période secondaire, les ruptures qui ont produit de si grandes additions au reste du continent européen paraissent avoir laissé moins de traces dans la Péninsule que celles qui avaient eu lieu antérieurement. Ces révolutions ont agi principalement dans le sud de l'Espagne, au voisinage des points où le sol avait déjà été tourmenté : elles ont donné naissance aux chaînes de calcaires cristallins qui s'étendent du détroit de Gibraltar au delà de Malaga, et peut-être aussi à plusieurs accidens de la côte orientale de l'Espagne, dans les royaumes de Murcie et de Valence.

Montagnes
de Gibraltar
à Malaga.

A la fin de la période secondaire, la révolution qui a produit les Pyrénées, en redressant le sol suivant trois grandes chaînes parallèles, a donné à peu près à la partie septentrionale de la Péninsule, depuis le cap Ortegá jusqu'au cap Creuss en Catalogne, le relief qu'elle a aujourd'hui. En sortant du sein des eaux, cette région montagneuse, entièrement isolée à sa partie orientale, se rattachait seulement, vers l'ouest, aux montagnes qui dessinaient déjà la côte occidentale de la Péninsule. Plusieurs autres chaînes soulevées par la même révolution se trouvaient disséminées dans la mer tertiaire, au sud du rivage méridional.

Pyrénées.

Montagnes
au nord
de Valence.

dional des Pyrénées, lequel passait à la hauteur de Vittoria, en suivant à peu près la direction du cours actuel de l'Ebre. Telle était probablement la situation des montagnes crayeuses qui courent, dans la direction des Pyrénées, depuis les Sierras d'Albarracin et de Cuença jusqu'au nord de Valence.

Jusque-là, la côte orientale de l'Espagne n'existait pas encore : la côte de Catalogne, entre Barcelonne et le cap Creuss, avait seule été formée par le soulèvement des Pyrénées : plusieurs îles montagneuses s'élevaient çà et là entre l'extrémité orientale de la presque île pyrénéenne et la chaîne des Alpujarras ; mais la mer, sur les rivages de laquelle vivaient les oursins et les térébratules de Cordoue, pendant la deuxième période tertiaire, avait alors une libre communication avec celle qui entourait la partie déjà soulevée de la Corse : le changement de cet état de choses, ainsi que M. de Beaumont l'a déjà indiqué, date de la révolution qui a donné naissance aux Alpes occidentales. Une commotion puissante, en relevant le sol dans une direction parallèle à celle de cette dernière chaîne, a complété le contour actuel de la Péninsule, et dessiné les côtes de Catalogne, de Valence et de Murcie. Le cap Tres-Forcas en Afrique est exactement dans le prolongement de cette ligne de côtes qui s'étendait peut-être en effet jusqu'au continent africain : les îles d'Alboran, situées un peu à l'ouest, pourraient être regardées comme les dernières traces de l'isthme qui établissait peut-être une seconde jonction entre le continent africain et l'Espagne méridionale. Cet isthme aurait disparu dans la révolution suivante par la même cause qui a donné naissance au détroit de Gibraltar.

Côte
orientale
de l'Espagne.

Les observations de M. Silvertrop sur les terrains tertiaires du royaume de Murcie, confirmées par les conclusions de M. Deshayes, touchant l'âge des fossiles de cette contrée, établissent positivement que le troisième étage tertiaire y repose, en couches horizontales sur les strates inclinées du deuxième étage. Ces observations sont donc une confirmation directe des prévisions de M. Elie de Beaumont sur les révolutions de la côte orientale de la Péninsule.

C'est à la révolution des Alpes occidentales, beaucoup plus qu'à celle qui a suivi la période houillère, qu'est due la formation de l'isthme de Gibraltar ; mais les masses crayeuses et tertiaires qui bordent le détroit et la baie de ce nom, ayant été disloquées de nouveau à une époque plus récente, n'ont point conservé sans altération les traces de cette révolution. J'ai cependant constaté que la direction N.-N.-E. domine dans les hautes montagnes de schistes et de calcaires subsaccharoïdes, semblables à ceux des Pyrénées, que l'on traverse en allant de Tarifa à Algeziras. Le rocher de Gibraltar lui-même offre cette direction qui se retrouve également sur le côté opposé de la baie et dans les montagnes voisines de San-Roque. Il convient de remarquer encore, à l'appui de ce qui précède, que les masses de grès du deuxième âge tertiaire que j'ai signalées dans les hautes montagnes qui bordent le détroit, au N.-E. de Tarifa (1), atteignent en ce point une hauteur beaucoup plus considérable que sur les autres parties de la côte méridionale de l'Espagne. Enfin, et ceci est une observation importante, elles ne sont point associées aux terrains subapen-

(1) Itinéraire, etc. *Ann. des Mines*, tome V, page 234.

nins, comme le deuxième étage tertiaire des environs de Marbella et de Malaga.

Aspect de
la Péninsule
pendant
la 3^e. période
tertiaire.

Pendant la période qui a précédé l'époque actuelle, la Péninsule avait un aspect bien différent de celui qu'elle offre aujourd'hui. Réunie au continent africain par une ou deux langues de terre, et limitée au nord par la mer qui baignait la pente septentrionale des Pyrénées françaises, comme elle dessine encore aujourd'hui le pied des Pyrénées de la Biscaye et des Asturies, l'Espagne était alors précisément dans la dépendance de l'Afrique comme elle l'est maintenant du continent européen. Il existait, dans la jonction de l'Atlantique et de la Méditerranée, au nord des Pyrénées, une disposition entièrement symétrique à celle qu'on observe aujourd'hui au sud de la Péninsule. De la Bidassoa aux collines crayeuses de la rive droite de la Gironde, il y avait dans l'Atlantique un rétrécissement semblable à celui qu'on voit maintenant dans la Méditerranée, entre le cap de Gate et le cap Tres-Forcas. Le détroit situé au fond de cette espèce d'entonnoir était compris entre l'extrémité méridionale de la montagne Noire et un chaînon correspondant détaché de la masse des Pyrénées orientales. Sa position est assez bien indiquée par le tracé du canal de Languedoc. La Péninsule elle-même avait une configuration assez singulière; il n'y existait que l'esquisse du continent actuel: tout le contour, ayant à peu près la forme qu'on lui voit aujourd'hui, était formé par les bourrelets de montagnes qu'on y observe encore; mais toute la partie centrale, la province de Léon, la Vieille et la Nouvelle-Castille, la Manche et toutes les plaines de l'Andalousie étaient encore submergées en

grande partie, ou s'élevaient à peine, par places, au-dessus des eaux. Cette vaste mer intérieure avait probablement été séparée complètement de la Méditerranée par le dernier soulèvement; et son contour était à peu près concentrique aux limites actuelles de la Péninsule; elle était divisée en plusieurs golfes profonds, sinon en trois parties distinctes, par les promontoires du Sommo-Sierra, des monts de Tolède et de la Sierra - Morena, qui étaient alors, relativement à cette mer, ce qu'ils sont aujourd'hui par rapport aux plateaux qu'ils dominent. Entourée d'un si grand développement de côtes, cette mer recevait une très grande quantité de débris; l'action sédimentaire devait y avoir une grande énergie, et c'est sans doute dans cette période qu'ont été formés ces amas de matières de transport si abondans à la surface de l'Espagne centrale.

C'est dans cet état de choses qu'est survenue la dernière révolution qui ait laissé de profondes traces dans le sol de l'Europe occidentale. En même temps que la chaîne des Alpes achevait de se dessiner, une pression énergique, agissant sous la Péninsule, élevait en masse le fond de la mer intérieure, à une hauteur de 600 mètres au-dessus de l'Océan. Des roches cristallines de nature à peu près uniforme, les ophites, s'infiltrant comme au travers d'un crible dans tout le sol de l'Espagne, depuis les Pyrénées jusqu'au centre de l'Andalousie, se sont épanouies à la surface dans toutes les parties déjà fracturées, et même quelquefois dans les dépôts de sédiment qui venaient de se former. Ailleurs, dans les plateaux de la Nouvelle-Castille comme sur les deux versans des Pyrénées, des masses de sel gemme et des gypses

Action
des ophites.

Espagne
centrale.

crystallins, en s'interposant dans les terrains de la surface, dérangent la continuité de la formation qui sortait du sein des eaux.

Cette convulsion violente, en soulevant en masse les plateaux, jusque-là immergés au centre de la Péninsule, mais dont le contour avait été découpé pour ainsi dire par les dislocations antérieures, a produit en outre, dans les chaînes précédemment formées, des mouvemens considérables. C'est ainsi que plusieurs chaînons partiels formés à diverses époques, se sont trouvés reliés entre eux par l'action des ophites, de telle sorte que leurs élémens, bien qu'orientés diversement, affectent tous en masse la direction est-nord-est qui caractérise les soulèvemens de cette époque.

Sierra au nord du Tage. La grande chaîne neigeuse qui sépare les deux Castilles, et que l'on a constamment à sa droite lorsque l'on descend le Tage au-dessous de Tolède, offre cette disposition. La Sierra-Morena présente elle-même, à un haut degré, le caractère de montagnes formées successivement puis réunies, à une époque récente, par un dernier soulèvement. Elle est en effet composée de parties très distinctes, sous le rapport de la stratification des roches et de la direction des lignes de faite partielles : ces élémens de la Sierra se rattachent évidemment aux accidens de rupture qui se trouvent mieux isolés en d'autres parties de l'Estramadure ; mais l'ensemble de la chaîne doit sa continuité, et sa direction générale de l'est-nord-est à l'ouest-sud-ouest, à l'action de sophites, qui s'y sont fait jour en beaucoup de points.

Sierra-Nevada. Ainsi que j'ai cherché à le prouver ailleurs (1), cette même révolution a donné naissance aux

(1) Itinéraire, etc. *Ann. des mines*, tome V, page 225.

Alpes de l'Espagne, à la haute chaîne de la Sierra-Nevada : elle a établi une liaison entre les montagnes qui bordent la côte d'Espagne, depuis Malaga jusqu'au détroit de Gibraltar, et soulevé les collines qui bordent cette même côte, et dans lesquelles il existe, comme sur tout le contour du bassin de la Méditerranée, des restes d'animaux marins, caractéristiques de la troisième période tertiaire.

Enfin la révolution des ophites, en soulevant la côte méridionale de l'Espagne, a abaissé, par une sorte de mouvement de bascule, les terres qui l'unissaient à l'Afrique ; elle a produit le détroit de Gibraltar au même instant où l'élévation des terrains tertiaires de la France méridionale, détruisant l'ancien détroit, plaçait définitivement la Péninsule dans la dépendance du continent européen. L'origine récente que j'ai assignée à cet événement me semble suffisamment indiquée par la nature des terrains qui bordent la côte méridionale de l'Espagne, par le parallélisme qu'on peut observer entre la direction caractéristique des ophites et celle qui domine tant sur cette côte jusqu'à Malaga que sur les deux rives du détroit ; enfin par l'identité que M. Bory de Saint-Vincent a signalée depuis long-temps entre les plantes et les animaux qui vivent encore aujourd'hui sur les deux côtes opposées.

Dans ce résumé rapide des révolutions du sol de la Péninsule, j'ai dû omettre un grand nombre de preuves qui viennent à l'appui des conjectures que j'ai hasardées. Je ne le terminerai pas sans faire remarquer que M. Elie de Beaumont avait déjà été conduit, par son point de vue sur le parallélisme des chaînes contemporaines, à plusieurs conclusions que j'ai déduites

Côte
de Malaga
à Gibraltar.

Détroit
de Gibraltar.

moi-même d'observations directes. La faculté de prédire les phénomènes est sans contredit le meilleur cachet de l'exactitude d'une théorie et l'on ne peut refuser ce caractère à celle de M. de Beaumont, qui écrivait l'an dernier (1) :

« Les terrains tertiaires qui forment en partie la » surface de la Vieille-Castille, et peut-être de la » Nouvelle, attestent l'élévation récente du sol de » l'Espagne; et la direction générale des lignes de » faite et des grands cours d'eau, tels que le Duero, » le Tage, le Guadiana, et le Guadalquivir, » étend à la Péninsule l'empreinte de l'époque » des Ophites. »

REMARQUES SUR LE SOULÈVEMENT DES MONTAGNES.

1. *Sur le croisement de deux systèmes de soulèvement.*

La loi du parallélisme des chaînes contemporaines, qui paraît se vérifier sur toute la surface de l'Europe quand on considère les choses d'un point de vue élevé, souffre au contraire de nombreuses exceptions lorsque, dans l'étude particulière d'une groupe de montagnes, on descend dans les plus petits détails. Ces anomalies étant principalement produites par le croisement de deux ou plusieurs systèmes de rides, on comprend de suite la nécessité qu'il y a, dans des observations de cette nature, de se mettre en garde contre la propension à attribuer un fait complexe à une cause unique.

Effet d'un seul système de soulèvement.

Dans les parties de la surface du globe qui ne portent l'empreinte que d'une seule révolution, on remarque que, la dislocation des couches

(1) Manuel géologique de La Bèche, trad. franç., p. 656.

stratifiées s'est opérée suivant une loi régulière. Dans une étendue assez circonscrite pour qu'on puisse faire abstraction de la sphéricité, tous les élémens planes de la surface brisée ont une même direction; mais leur inclinaison, assez constante dans l'étendue d'un même élément, est au contraire essentiellement variable d'un élément à un autre. Il suit de là qu'après la production d'un système de rides, une strate, précédemment plane et horizontale, prend la forme d'une surface cylindrique dont toutes les arêtes sont horizontales et parallèles à une direction commune. La section faite, dans cette surface, perpendiculairement aux arêtes, peut d'ailleurs avoir une forme quelconque: elle peut être continue ou interrompue par des ruptures, par des failles et même par l'interposition de roches étrangères.

Si l'on isole par la pensée chacun des élémens de cette surface, et si l'on compare la position qu'il occupe avec celle qu'il avait précédemment, on voit de suite que le mouvement auquel il a participé peut se décomposer en deux autres: l'un qui l'a transporté, parallèlement à lui-même, au-dessus ou au-dessous du niveau primitif, dans la position qu'il a maintenant, et l'autre qui l'a fait tourner, autour d'une ligne parallèle à la direction du système, d'une quantité et dans un sens marqués par l'inclinaison actuelle de cet élément.

Si maintenant on suppose qu'un deuxième système de rides B (*Pl. VI, fig. 11*) vienne à croiser un premier système A, les mêmes phénomènes se produiront dans tous les points tels que *n* où le sol n'avait pas été déjà accidenté; mais dans les points de croisement on n'observera presque jamais ni l'une ni l'autre des directions caractéristiques de chaque

Effet du croisement de 2 systèmes.

ystème. Souvent même, cette direction sera loin d'être intermédiaire entre celles des deux systèmes, et l'on conçoit aisément que, pour un point donné, elle dépendra, en général, tout autant de l'inclinaison des deux rides qui se rencontrent que de leur direction. Pour déterminer l'inclinaison et la direction de l'élément plan o qui, après le premier soulèvement A , faisait partie de l'élément de surface cylindrique a , il suffit d'observer que, par la production du deuxième système de rides B , cet élément a été soumis à un double mouvement, l'un qui l'a transporté parallèlement à lui-même, au-dessus ou au-dessous de l'ancien niveau, sans rien changer à sa direction et à son inclinaison, et l'autre qui l'a fait tourner autour de la ligne b , située hors de son plan, d'une quantité et dans un sens marqués par l'inclinaison conservée sans altération dans l'élément n . La solution du problème fondamental sur le croisement de deux systèmes de rides, dépend donc exclusivement de l'étude de ce dernier mouvement.

Utilité
de cette
recherche.

Avant d'aller plus loin, il convient d'observer que si les élémens de surface cylindrique, dans lesquels l'inclinaison reste constante, n'avaient qu'une très faible largeur, la direction des roches, aux points de croisement, n'offrirait aucune régularité, et les variations qu'on observerait en des points très rapprochés seraient si compliquées, qu'il n'y aurait aucune utilité à rechercher les lois auxquelles elles sont soumises. Ce cas, qui se présente sans doute souvent dans la nature, est loin d'être général : l'observation prouve en effet que, dans beaucoup de contrées, les dislocations des roches stratifiées sont aussi faciles à caractériser par l'inclinaison que par la direction des couches, la pre-

mière restant parfois constante sur une étendue de plusieurs myriamètres, mesurée perpendiculairement à la direction. Au point d'intersection de deux pareilles bandes de roches stratifiées, les couches doivent avoir une direction et une inclinaison constantes; en sorte qu'au premier aperçu elles semblent porter l'empreinte d'un soulèvement particulier. On comprend aisément que lorsqu'on voudra entreprendre l'étude détaillée d'une région qui a conservé les traces de plusieurs révolutions, on se trouverait inévitablement conduit à des conclusions erronées, si l'on ne possédait des moyens sûrs de distinguer un résultat simple d'un résultat complexe. Or, ces moyens reposent essentiellement sur la connaissance des phénomènes qui se produisent au croisement de deux systèmes de rides.

En ce qui touche la stratification des roches, le problème qu'il faut résoudre dans chaque cas peut être énoncé en ces termes : Etant donné un plan et un axe situé dans une position quelconque par rapport à ce plan et qu'on lui suppose lié invariablement, déterminer la position du plan, lorsque celui-ci aura tourné, en même temps que l'axe, d'une quantité donnée. Dans le cas qu'on a déjà pris pour exemple (*Pl. VI, fig. 11*), le plan donné est celui de l'élément m , dont l'inclinaison est mesurée par l'angle i ; l'axe de rotation est horizontal et sa direction est celle de la ligne b ; enfin, le sens et la grandeur de la révolution autour de cet axe sont marqués par l'inclinaison r de l'élément n compris dans la ride b . Ce problème peut être résolu aisément, aussi bien d'une manière graphique que par le calcul, à l'aide de la construction suivante.

Problème
sur le
croisement
de deux
systèmes.

Construction
géométrique.

Soit OA (*fig. 12*) la trace du plan donné sur le plan horizontal passant par l'axe de rotation OB ; O l'intersection de cet axe et du plan; C le pied de la perpendiculaire abaissée, d'un point B de l'axe, sur le plan, perpendiculaire qui, avec la ligne OA , détermine la position de ce dernier. Soient abaissées du point C les lignes CD et CE respectivement perpendiculaires aux lignes OA et OB : élevons, dans le plan horizontal AOB , EA perpendiculaire à OB , et tirons enfin les lignes CO , DB et CA .

Les angles BCO , BCD et BCA sont droits par construction, et il résulte de la similitude des triangles DcA et BcE que l'angle ACE est également droit, et par suite enfin l'angle OCA ; en sorte qu'en vertu de cette construction l'angle solide triple, formé par les trois droites CA , CB et CO , est composé de trois angles droits. Il est facile de voir d'ailleurs que l'angle CDB mesure l'inclinaison du plan donné, et l'angle AOB sa direction par rapport à l'axe OB , ou la différence entre les directions des deux soulèvements rapportées à un même azimut, le méridien, par exemple. Cela posé, si l'on suppose que le plan OAC vienne à tourner autour de l'axe OB , de manière que chacun de ses points décrive un arc de cercle dont le centre soit situé sur cet axe, le problème à résoudre consiste à déterminer la direction nouvelle de la ligne d'affleurement sur le plan horizontal.

Pour cela, remarquons que le point C , devant rester dans un plan perpendiculaire à l'axe OB , ne sortira pas du plan ACE , et décrira un arc de cercle dont le rayon sera EC . Si donc la rotation se fait dans le sens CC' , et si la grandeur du mouvement est marquée par l'angle r , le point C ,

lorsque le mouvement sera achevé, viendra se placer en C' supposé tel que $CEC' = r$. Pendant ce mouvement, la relation qui existe entre les lignes EC et CA ne changera pas; cette dernière restera toujours tangente au cercle que décrit le point C ; en sorte que si l'on mène $C'A'$ perpendiculaire à $C'E$, cette ligne ira rencontrer la ligne EA , prolongée dans le sens convenable, en un point A' qui appartiendra à la nouvelle trace du plan: la trace cherchée sera donc la ligne OA' . Quant à l'inclinaison, on l'obtiendra en construisant, pour cette nouvelle position du plan, le triangle $BC'D'$, analogue à BCD , et dans lequel $C'D'$ est perpendiculaire à OA' .

On déterminera encore aisément le point A' en cherchant l'intersection de la ligne CA avec une ligne EA'' , faisant, dans le plan ACE , un angle r avec la ligne EA , et en reportant ensuite sur la ligne EA une distance $EA' = EA''$. On trouverait facilement les modifications qu'il faudrait apporter à cette construction pour toutes les valeurs de l'angle r , lequel peut varier de 0° à 400° . Elle n'est en défaut que dans le cas où la ligne $C'A'$ ne rencontrerait pas le plan horizontal; mais il est évident que, dans ce cas, la trace cherchée du plan serait perpendiculaire à l'axe OB , circonstance qui arrive toujours pour deux valeurs différentes de l'angle de rotation.

La *fig. 13* indique comment on peut résoudre chaque cas particulier par une méthode graphique, en appliquant les procédés de la géométrie descriptive à la construction qui vient d'être indiquée. Les angles d , i et r sont les trois données du problème, et les angles d' et i' les résultats cherchés. Les données de cette

Épure
sur cette
construction.

épure, sont en rapport avec les *fig.* 11 et 12; Voyez d'ailleurs pour plus de détails, l'explication de la *Pl. VI.*

Formules
sur le même
problème.

On peut encore arriver aux mêmes résultats par le calcul, et déduire de la construction de la *fig.* 12 des formules très simples, dans lesquelles les angles cherchés d' et i' sont exprimés en fonction des données du problème : en effet, si l'on nomme δ l'angle CEA, et α l'angle EOC, qui tous deux caractérisent, comme les angles d et i , la situation réciproque du plan donné et de l'axe de rotation, on trouve aisément par la comparaison des trois triangles CEB, CcB et CcE, la relation suivante :

$$(1) \cos i = \cos \alpha \sin \delta$$

et par la comparaison des triangles BCE, CcB et BcE, cette autre équation

$$(2) \sin \alpha = \sin d \sin i$$

Les mêmes relations existeront encore évidemment entre les quantités analogues quand le plan COA aura tourné, autour de l'axe OB, d'une quantité r , et comme dans ce mouvement l'angle α reste invariable et que δ seul devient $\delta + r$, on aura, pour déterminer les angles cherchés d' et i' , les deux formules suivantes, qui sont immédiatement calculables par logarithmes.

$$(3) \cos i' = \cos \alpha \sin (\delta + r)$$

$$(4) \sin \alpha = \sin d' \sin i' (*)$$

(*) M. Gras, ingénieur des mines, dans son intéressant travail sur la statistique de la Drôme, a indiqué deux formules qui donnent les angles i' et d' en fonction des

L'angle i' , étant calculé par la formule (3), servira à calculer celle de d' dans la formule (4). Ordinairement, ce sont les angles i , d et r qui sont donnés immédiatement par l'observation : dans ce cas, pour se servir des formules (3) et (4), il faudra calculer préalablement les angles α et δ au moyen de i et de d , à l'aide des formules (1) et (2).

2. *Hypothèse sur le soulèvement des montagnes contemporaines.*

Les recherches de M. Elie de Beaumont ont déjà fourni les bases d'un travail d'ensemble sur l'époque de la formation des principaux systèmes de rides qu'on observe sur le sol de l'Europe. Bientôt sans doute on comprendra l'utilité d'appliquer aux travaux de détail le même plan d'études : les cartes géologiques n'indiqueront plus alors seulement l'époque du dépôt ou de la formation des diverses masses minérales; l'indication de la direction des couches des terrains stratifiés permettra de déduire de ces cartes un renseignement non moins important, je veux dire l'époque à laquelle ces masses ont été dérangées de la situation dans laquelle elles ont été formées.

Importance
des recherches
à ce sujet.

Ce n'est que lorsqu'un grand nombre d'obser-

angles i , d et r . On les obtiendrait en éliminant α et δ entre les formules (1), (2), (3) et (4). Ces formules sont :

$$\cos i' = \cos i \cos r + \sin i \sin r \cos d$$

$$\tan d' = \frac{\sin i \sin d}{\sin i \cos d \cos r - \sin r \cos i}$$

Elles ne sont calculables par logarithmes que moyennant l'emploi d'un angle auxiliaire.

vations de ce genre auroient été coordonnées, et lorsqu'à l'aide de considérations analogues à celles qui ont été présentées ci-dessus, on aura distingué pour chaque localité les faits complexes des faits simples, ce n'est qu'alors, dis-je, que l'on pourra trouver l'expression rigoureuse des mouvemens produits à la surface du globe par chaque révolution qui en a modifié la surface. En attendant ces travaux de détail, qui pendant longtemps encore manqueront à l'Europe, peut-être y aurait-il lieu d'employer une méthode de recherche qui consisterait à analyser, en partant d'un point de vue hypothétique conforme aux faits connus, les circonstances qui ont dû présider à chaque révolution de la surface du globe; puis à chercher *à posteriori* si l'observation vérifie les conclusions déduites de l'hypothèse admise.

Les hypothèses vagues qui composaient autrefois à peu près exclusivement le domaine de la géologie ont été tellement stériles, sinon nuisibles, pour l'avancement de la science, qu'il est vrai de dire que celle-ci ne date que de l'époque où l'on s'est attaché uniquement à l'observation des faits : il n'est donc point étonnant que, dans la période qui s'est écoulée depuis que la géologie a pris rang parmi les sciences d'observation, toutes les idées hypothétiques sur les causes des phénomènes soient restées en discrédit auprès de tous les bons esprits. Il est incontestable, toutefois, que les hypothèses basées sur des faits nombreux ont souvent suggéré des vues utiles et de nouvelles découvertes. Cette double manière de procéder a été si féconde entre les mains des physiciens, et les faits bien constatés, entre lesquels les hypothèses géologiques doivent désormais être com-

Utilité
des hypothèses.

prises, sont aujourd'hui si nombreux que le jour ne semble point éloigné où celles-ci pourront reprendre faveur avec profit pour la science. C'est ce motif qui m'a engagé à terminer ce mémoire par quelques considérations qui, si elles étaient jugées exactes, me paraîtraient propres à donner plus de précision à l'énoncé de la loi du parallélisme des chaînes contemporaines.

La théorie qui paraît admise le plus généralement aujourd'hui est celle qui se déduit des travaux de MM. Cordier (1) et Elie de Beaumont (2), et de laquelle il résulterait que la terre est un globe composé de matières liquéfiées sous l'influence d'une haute température, et recouvert à sa surface d'une écorce solide dont l'épaisseur n'excède pas $\frac{1}{60}$ du rayon de la sphère. Le noyau liquide continue à se refroidir et à se solidifier de la surface au centre par la diffusion lente de la chaleur au travers de l'écorce : mais les diverses tranches de cette écorce sont depuis long-temps en équilibre de température; depuis long-temps aussi, sa surface extérieure possède en chaque point une température moyenne invariable, principalement déterminée par l'état de cette surface et par l'influence solaire. Si cet état de choses existe la croûte solide se trouve dans la nécessité de se contracter pour suivre la diminution de volume de la masse intérieure, dans son refroidissement graduel : les révolutions de la surface du globe s'expliquent alors de la manière la plus naturelle,

Hypothèses
admises.

(1) Essai sur la température de l'intérieur de la terre. (*Annales des mines, 2^e série, tome II, page 53.*)

(2) Manuel géologique de *De la Bèche*, traduction française; par M. Brochant de Villiers, page 616.

puisqu'elles sont la conséquence nécessaire des fractures qu'amène, à divers intervalles, l'énergie sans cesse croissante de cette force de contraction.

Application
au parallèle
des chaînes
contemporaines.

En se plaçant à ce point de vue hypothétique, on conçoit aisément que toute fracture produite violemment dans l'écorce flottante de la surface du globe doit exercer un ébranlement sur le liquide inférieur, et que, par sa réaction sur les parties voisines de l'enveloppe, le liquide détermine à son tour, dans celle-ci, une série de mouvemens qui ont une relation intime avec la situation de la première rupture. C'est par cette réaction qu'il me paraît possible d'expliquer le parallélisme des rides qui forment à la surface du globe les traces d'une même révolution.

Lorsqu'on introduit un corps solide d'une forme quelconque dans un liquide pesant dont la surface est en équilibre, et qu'on enlève ensuite brusquement ce corps, quand l'équilibre troublé momentanément par cette immersion est rétabli, le liquide se met aussitôt en mouvement pour remplir le vide que laisse le retrait du corps. En vertu de la vitesse acquise, le liquide s'élève au-dessus du niveau général, dans le lieu qu'occupait le corps, ce qui produit, autour de ce centre, une dépression circulaire. Le liquide qui commence alors à affluer vers la circonférence de ce cercle, y produit bientôt un bourrelet circulaire, en même temps que deux nouvelles dépressions : l'une au point d'ébranlement primitif, l'autre sur tous les points d'un cercle concentrique et extérieur au premier. Cette seconde dépression circulaire devient elle-même un centre de propagation de mouvement, en sorte qu'autour du point d'ébranlement il se produit successivement

une série de mouvemens d'oscillation, dont la loi de propagation, à la surface et dans la profondeur, peut être définie par le calcul. Sans entrer ici dans plus de détails à ce sujet, on conçoit aisément, en ce qui concerne le mouvement produit à la surface, qu'une même onde, représentée en coupe à différentes distances du centre d'ébranlement, doit présenter à peu près les formes indiquées dans la *Pl. VI, fig. 14*; tandis qu'à un instant donné de la propagation des ondes, la coupe de la surface du liquide par un plan vertical passant par le centre d'ébranlement, doit avoir le profil qu'indique la *fig. 15*. Il est clair enfin qu'un pareil mouvement se produit, non seulement dans le cas mathématique qui a été supposé, mais encore chaque fois que le liquide est dérangé violemment, en un point de sa surface, de la position d'équilibre.

Si, au lieu d'être ébranlé en un seul point, le liquide reçoit l'impulsion primitive dans toute l'étendue d'une ligne droite, il se forme, de part et d'autre de la ligne d'ébranlement, une série d'ondes ou de sillons parallèles qui se propagent, à peu près comme les ondes circulaires, dans le cas précédent : seulement la hauteur d'une même onde diminue moins rapidement avec la distance au centre d'ébranlement et, par suite, son action se transmet à une plus grande distance.

Enfin, l'on conçoit aisément la modification que devrait recevoir cet énoncé, dans le cas où le mouvement ondulatoire serait produit sur une portion limitée de la surface d'une sphère d'un grand rayon, et où la ligne d'ébranlement coïnciderait avec une partie assez étendue d'un arc de grand cercle. Il est évident que les ondes

produites, sans être parallèles dans l'acception rigoureuse du mot, auraient cependant entre elles certaines relations de parallélisme que le calcul pourrait préciser.

Production
des chaînes
parallèles

Cela posé, lorsque l'écorce solide du globe se brise dans une certaine direction, pour que les parties voisines de la ligne de rupture puissent obéir à la force de contraction qui tend à les faire glisser perpendiculairement à cette ligne, il se produit en général une suite de proéminences formées par le rapprochement des parties contiguës à cette ligne de rupture. Tout semble indiquer que ce premier événement d'une révolution de la surface du globe, est instantané; on conçoit d'ailleurs qu'au premier moment il ne doit avoir lieu, en général, que suivant une seule ligne de fracture, c'est-à-dire dans la direction suivant laquelle la surface peut le moins résister à la force de rapprochement qui la sollicite. Cette force se trouve neutralisée en partie par la rupture même, et l'équilibre se rétablirait aussitôt si la formation d'un bourrelet au-dessus de la ligne de fracture ne produisait une violente oscillation, laquelle, en vertu de l'élasticité de la croûte solide, s'étend à une assez grande distance de part et d'autre de cette ligne. Cette oscillation elle-même produit dans le liquide inférieur un ébranlement dirigé suivant une partie étendue de l'arc de grand cercle passant par la première fracture. De là résulte une série d'ondes parallèles qui se propagent de part et d'autre de l'axe de rupture; par l'impulsion qu'elles communiquent aux parties voisines de la surface solide, elles favorisent l'action de cette partie de la force de contraction qui n'avait pas été anéantie par

la première fracture, et lui permettent de former, dans cette portion de la surface, des replis et des bourrelets qui ont entre eux les mêmes relations de parallélisme que les ondes qui les produisent.

Je me contente de présenter ici une simple indication de cette hypothèse : les développemens qui précèdent, suffisent pour faire concevoir comment elle peut expliquer les principaux phénomènes qui caractérisent les révolutions de la surface du globe. Parmi les conséquences auxquelles elle conduit, je signalerai seulement les suivantes :

Conséquences
diverses
de l'hypothèse.

1. Les oscillations du liquide, en raison de la cohésion et des frottemens, ne peuvent se propager qu'à une petite distance de part et d'autre de l'axe d'ébranlement; en sorte que l'ensemble des rides parallèles qui signalent chaque révolution du globe ne doivent former à la surface, qu'une bande d'une assez faible largeur.
2. Les ondes exercent à la vérité une impulsion égale sur toute l'étendue de chaque bande parallèle à l'axe d'ébranlement; mais les effets produits sur les divers élémens de cette bande sont extrêmement différens, suivant les conditions de résistance qu'ils présentent. Ainsi, le passage des ondes ne produira ni plis ni fractures dans les parties très résistantes; et celles-ci reprendront leur première position après une série d'oscillations; dans d'autres parties au contraire, et particulièrement dans celles qui ont déjà été fracturées ou ridées, le même phénomène produira de nouveau des plis et des bourrelets. Ces accidens se manifesteront donc seulement dans une série de petites bandes parallèles, disposées irrégulièrement de part et d'autre de l'axe de rupture.

3. Le refroidissement de la partie centrale du globe, cause première du développement de la force de rupture, devenant de plus en plus lent, l'intervalle entre deux révolutions successives doit aller sans cesse en croissant.

4. La durée des périodes de tranquillité tend encore à s'accroître par l'augmentation de la résistance de l'écorce solide, due à l'augmentation graduelle de son épaisseur par la solidification qui a lieu à la surface du noyau liquide. Cette résistance mesurant d'ailleurs l'énergie des forces qui déterminent la rupture, il en résulte encore que les forces, et par suite la grandeur des phénomènes qu'elles produisent, doivent aller sans cesse en croissant.

5. L'action cristalline, qui augmente constamment l'épaisseur de la croûte solide du globe, tend à la vérité à en accroître uniformément la résistance; mais d'une part la reproduction des phénomènes de dislocation dans les parties déjà fracturées, et de l'autre l'acte de la sédimentation qui s'exerce aux dépens des parties les plus disloquées, et au profit de celles qui le sont le moins, tendent sans cesse à accroître l'inégalité de résistance des diverses parties de la surface. Il en résulte que les phénomènes de soulèvement tendent de plus en plus à se concentrer dans l'étendue ou dans le voisinage des continents formés précédemment. Tel est particulièrement le caractère des montagnes produites par les dernières révolutions de la surface du globe : aucune d'elles ne présente cette simplicité de composition qu'on observerait dans une chaîne qui, se formant aujourd'hui dans un vaste espace immergé, tel que l'Atlantique, réunirait l'ancien et le nouveau continent.

6. L'analyse exacte des phénomènes qui doivent se produire dans les diverses phases du refroidissement d'un globe, qui à l'origine n'aurait été primitivement composé que de parties liquides et gazeuses, rendrait sans doute raison de beaucoup de faits que l'on observe dans la distribution actuelle des continents. Dans un pareil globe, que l'on supposerait arrivé à un état de refroidissement tel, que les causes extérieures exerçassent, sur la température de la surface, une influence supérieure à celle de la diffusion de la chaleur centrale, la vitesse de refroidissement en un point quelconque de la surface liquide dépendrait évidemment de la température de la partie correspondante de la surface. Si donc on suppose la conductibilité uniforme, on voit qu'après que l'équilibre sera établi, l'épaisseur de la croûte solidifiée sur un point donné de la surface, sera d'autant plus grande que la température moyenne de cette partie de la surface sera moindre. On pourrait peut-être déduire de cet ordre de considérations cette conséquence que les révolutions récentes, qui ont donné aux continents actuels leurs traits les plus saillants, ont trouvé près des pôles une résistance plus énergique que partout ailleurs, et expliquer par là l'abondance des mers dans les régions polaires.

En raison de sa situation péninsulaire, et de l'origine récente des principaux accidens de sa surface, l'Espagne est peut-être la contrée d'Europe la plus favorable pour l'étude de ces grandes questions sur l'histoire de notre planète. En résumant dans ce mémoire les opinions qui m'ont été suggérées par une course rapide dans ce pays, j'aurai rempli le but que je m'étais proposé, si j'ai

pu donner au lecteur une idée des problèmes importants dont le géologue y trouvera la solution,

Explication des Planches V, VI et VII.

PLANCHE V.

Cette carte a été dressée, avec la grande carte d'Espagne, en quatre feuilles, publiée à Londres en 1820. Cette dernière, bien qu'elle ait été pour moi un guide fort utile pendant mon voyage en Espagne, contient cependant encore un grand nombre d'erreurs, soit sur la position des villages, soit sur la direction des cours d'eau. J'ai fait disparaître sur la *Pl. V* toutes celles que l'observation des lieux m'a indiquées. Néanmoins cette projection ne doit encore être regardée que comme une approximation de la vérité. Pour donner une idée de l'incertitude qui règne encore sur la géographie de cette province, il suffit de remarquer que toutes les cartes, même les plus modernes, à l'imitation de celles de Lopez, présentent le Guadalema, l'un des principaux ruisseaux secondaires de la contrée, comme un affluent direct du Guadiana, vers lequel il coulerait, en suivant la direction de la Sierra-d'Alcocer. Je me suis cependant assuré que le Guadalema n'est qu'un affluent du Zuja : celui-ci ne se réunit d'ailleurs au Guadiana que plusieurs myriamètres au-dessous de l'embouchure prétendue du Guadalema.

L'incertitude est encore plus grande en ce qui touche la représentation du relief du sol ; il suffit de parcourir le pays pendant quelques jours pour reconnaître qu'on ne peut trouver à cet égard aucun renseignement précis dans les cartes. Dans de pareilles circonstances, j'ai dû me contenter de tracer sur la *Pl. V* une simple indication des principaux groupes de montagnes. J'ai indiqué particulièrement d'une manière assez précise les limites de la Sierra-Morena, soit du côté de la plaine d'Andalousie, soit vers les plateaux de l'Estramadure ; j'ai donné également d'une manière approximative la position de plusieurs petites chaînes, telles que celles d'Alcocer, de Cabeza-dél-Buey, de San-Servan, de Hornachos, de

Montanchès, de Solana, etc. J'y ai même joint l'indication de la direction, lorsque la constitution de la chaîne était assez simple pour que ce renseignement pût être fourni aisément par quelques observations de boussole.

En ce qui concerne le tracé des terrains, les limites que j'ai données à plusieurs formations granitiques au nord du Guadiana ne sont qu'approximatives ; il y a lieu de croire qu'il existe, au milieu de la grande formation de transition, plusieurs affleuremens de granites, et surtout d'ophites que je n'ai pu observer. Probablement aussi il existe, dans les gorges de la Sierra-Morena quelques petits bassins houillers situés dans les parties que je n'ai point visitées ; mais, selon toute apparence, il n'en existe aucun au nord de cette chaîne.

Au-dessus de la plaine basse qui borde la rive droite du Guadalquivir, entre Cordoue et Séville, s'élèvent dans plusieurs directions des petites buttes isolées. Je suis porté à croire qu'elles sont le produit de l'action des ophites qui auront fait percer çà et là dans la plaine l'étage tertiaire moyen au travers de l'étage supérieur. J'ai observé des bords du Guadalquivir deux buttes de ce genre, dans la direction de Carmona et d'Ecija.

PLANCHE VI.

Figures 1, 2, 3 et 4.

Les coupes qui font l'objet de ces diverses figures correspondent exactement aux traces indiquées sur la *Pl. V* par des lignes particulières, mentionnées dans la légende de cette planche. J'ai projeté sur ces plans de coupe les accidens de terrain qu'aurait constamment à sa gauche l'observateur qui cheminerait dans chaque coupe de gauche à droite, c'est-à-dire, pour la *fig. 1* par exemple, d'Almaraz à Cordoue. Ces projections donnent une idée précise de relief du pays ; car la plupart des détails qu'elles renferment sont extraits de vues et de profils pris sur les lieux. On distingue les parties coupées sur le premier plan des projections d'objets plus éloignés par la différence qui existe dans l'intensité des teintes.

Figures 5, 6, 7 et 8.

Ainsi qu'on l'a expliqué avec détail, page 330, ces fi-

gures rappellent la série des transformations qui ont donné à certaines masses granitiques de l'Estramadure l'apparence de blocs roulés, enfouis en partie dans une formation de transport.

Figure 9.

Ce panorama offre un aperçu du caractère des montagnes de l'Estramadure centrale et de l'opposition remarquable qui existe entre les formes brusques de ces chaînes isolées et l'horizontalité qui leur sert de base, à un niveau de 550 mètres environ au-dessus de la mer.

Figure 10.

Vue de la colline qui fait face à la ville de Badajoz, sur la rive droite du Guadiana. *dd*, masses d'euphotides intercalées, à l'époque des ophites, dans le calcaire coquiller d'eau douce marneux *aa*, transformé en dolomie cristalline en *bb*; *dd* masses de dolomie exploitées, dans la colline, pour la fabrication d'une chaux magnésienne.

Figures 11, 12 et 13.

Recherches sur la direction et l'inclinaison d'un terrain stratifié, au point de croisement de deux systèmes de rides, caractérisés chacun par une direction et une inclinaison particulières.

La solution du problème fondamental, auquel conduit cette question, est indiquée par les *fig.* 11 et 12 : l'épure de la *fig.* 13 présente l'application des procédés de la géométrie descriptive à la construction donnée par la *fig.* 12. Ce problème peut s'énoncer ainsi :

Etant donné un plan et un axe situé dans une position quelconque par rapport à ce plan et qu'on lui suppose lié invariablement, déterminer la position du plan lorsque celui-ci aura tourné, en même temps que l'axe, d'une quantité donnée.

Soit *OB* l'axe de rotation, *OA* l'intersection du plan donné avec un plan horizontal mené par *OB*; *Oc'*, le rabattement de l'intersection du même plan avec un plan vertical mené, par le point *O*, perpendiculairement à *OA*. Si maintenant on applique à ces données la con-

struction indiquée avec les mêmes lettres dans la *fig.* 12, *C* sera le rabattement, autour de la ligne *AE*, du pied de la perpendiculaire abaissée, d'un point *B* de l'axe, sur le plan donnée *AOc'*. Ce point, après la révolution partielle mesurée par l'angle *r*, se rabattra en *C'*, et *CA'* perpendiculaire à *E'C'*, ira couper la ligne *AE* prolongée, en un point *A'* qui appartient à la trace horizontale du plan, dans sa nouvelle position. Cette trace est donc la ligne *OA'* : en sorte que la nouvelle direction *d'* est représentée par l'angle *BOA'*. La simple inspection de la figure indique d'ailleurs suffisamment comment on détermine la trace verticale *Op'*.

Pour obtenir l'inclinaison *i'* du plan *A'Op'* sur le plan horizontal, il suffit de chercher l'intersection *GH*, *g'h'* de ce plan avec un plan auxiliaire *HIi* perpendiculaire à la ligne *OA'*, puis l'angle *h'g'p* compris entre la projection verticale de cette intersection et la ligne de terre quand le plan *HIi* qui la contient a tourné autour de la verticale projetée en *G*, de manière à venir se placer en *Gh* parallèlement au plan vertical.

Si la ligne *CA'* rencontrait *EA* à une trop grande distance du point *E*, on tirerait, dans le plan *AOc'*, une autre ligne que *CA*, et l'on en chercherait la trace sur le plan horizontal, après la révolution de *AOc'*. On peut même, en général, vérifier très aisément, par ce moyen, la construction qui vient d'être indiquée.

Figures 14, 15 et 16.

Ces coupes montrent comment on peut expliquer la production des rides parallèles qui signalent chaque révolution de la surface du globe, par l'ébranlement que produit une première fracture de cette surface, dans le liquide sur lequel flotte l'écorce solide du globe.

PLANCHE VII.

Figure 1.

Cette vue de la plaine tertiaire de l'Andalousie est prise de l'un des sentiers qui conduisent sur les plateaux élevés de la Sierra-Morena, au nord-est de Cordoue, et à 800 mètres environ au-dessus de cette ville. Sur le premier plan, sont les hautes montagnes de schistes de

transition dont le versant rapide s'étend jusqu'à une petite distance de Guadalquivir : on aperçoit, par une sorte d'embrasure qui existe entre les montagnes, la ville située sur la rive droite de ce fleuve, et la vaste plaine qui en borde la rive gauche. Au pied des montagnes, et en avant de Cordoue, on voit les petites collines du calcaire coquiller qui renferme les oursins et les térébratules du 2^e. étage tertiaire de la Corse. La ville de Cordoue est située sur une plaine d'alluvion d'une faible largeur qui ne s'étend qu'à une petite distance sur la rive gauche : cette plaine est encore encaissée de ce côté par une petite chaîne de collines, composées de marnes grises, qui me paraissent appartenir à l'étage tertiaire moyen ; en sorte que la ville est assise dans un petit bassin creusé au milieu de cette formation. Enfin, on aperçoit à l'horizon les premiers sommets de la région montagneuse qui sépare le bassin du Guadalquivir de celui de la Méditerranée.

Aucune description ne pourrait donner une idée de l'aspect admirable qu'offre la plaine de l'Andalousie, vue des hauteurs de la grande falaise qui domine Cordoue. Le voyageur qui en a joui pour la première fois, en arrivant du nord, et après avoir parcouru les sauvages et après solitudes de l'Estramadure et de la Sierra-Morena, ne peut oublier l'impression que lui a causée l'opposition brusque qu'établit, entre le climat et les productions des deux rives du Guadalquivir, l'abaissement subit du plateau central de l'Espagne. Aux sombres buissons de cistes, d'alaternes, d'arbousiers et de pistachiers, aux tristes bouquets de lièges et de chênes verts, succèdent déjà sur les dernières crêtes de la Sierra des bois de cette belle espèce de pin, dont l'emploi est devenu classique en peinture pour caractériser les paysages de l'Europe méridionale. En commençant à descendre vers la plaine, on rencontre bientôt, dans des ravins exposés à l'action d'un soleil brûlant, l'agave d'Amérique et le cierge raquette. Ces végétaux, donnent un caractère tout africain à la contrée et sont employés exclusivement dans la plaine pour la clôture des jardins où la culture arabe s'est perpétuée jusqu'à nos jours avec les *norias*. Le grenadier, l'oranger et même le dattier y croissent avec vigueur au milieu de plusieurs autres végétaux des tropiques, et l'on y retrouve avec délices, sous de vastes figuiers, le bienfait de l'ombre qui est refusé aujourd'hui à la plus grande partie de l'Espagne méridionale.

Toutes les pentes de la Sierra sur une hauteur de plus de 1.000 mètres sont recouvertes au premier printemps d'une végétation magnifique et dont la nature fait tous les frais. Des bois d'oliviers et des buissons de roses naturalisés en ce lieu sont les dernières traces des innombrables jardins qui couvraient ce vaste amphithéâtre lorsque Cordoue était la capitale des califes d'Occident.

Figure 2.

Cette vue, prise à 2 myriamètres à l'ouest-nord-ouest de Cabeza-del-Buey, offre un exemple d'un accident assez fréquent dans les chaînes rectilignes, à section triangulaire et à sommets quartzeux, qui s'élèvent en si grand nombre au-dessus des plateaux de transition de l'Estramadure. Ces chaînes sont souvent interrompues, sur une assez grande partie de leur longueur ; mais alors de gros rochers quartzeux, s'élevant çà et là dans l'intervalle, établissent une sorte de continuité entre ces divers éléments d'une même chaîne. Le Castillo d'Almocho est bâti sur l'un de ces rochers isolés, dans l'alignement de la grande chaîne qui court à l'O. 16° N., de Cabeza-del-Buey à Castuera.

Figure 3.

Cette vue est prise au nord-est d'Almadén, des pentes d'une petite colline située au nord de celle sur laquelle est situé le bourg. Les gîtes de mercure sont exploités dans cette dernière et orientés, à peu près comme l'indique la petite coupe, placée au bas du dessin, et dans laquelle j'ai représenté la section horizontale des travaux souterrains, à la profondeur de 250 mètres environ. La colline d'Almadén et celle qu'on aperçoit derrière, s'élèvent à 80 mètres au-dessus du thalweg qui les sépare : elles sont orientées, l'une et l'autre, à peu près de l'est à l'ouest. La grande chaîne qu'on voit au sud de ces deux collines, et dont le sommet est hérissé d'un grand escarpement de quartzites, n'a pas moins de 400 mètres de hauteur, et se dirige de l'est 40° nord à l'ouest 40° sud. Elle me paraît avoir conservé d'une manière distincte les caractères de la révolution qui a suivi la première période de transition.

Figure 4.

Cette vue est prise de la chaîne du Pedroso, aux environs du premier établissement métallurgique qui ait été élevé, dans le sud de l'Espagne, pour traiter les minerais de fer par les procédés modernes. Elle donne une idée du caractère des montagnes et des plateaux élevés qui composent la partie centrale de la Sierra Morena. A part quelques tentatives de culture et de plantations régulières dues aux voisinage de la forge, toutes ces montagnes, aussi loin que la vue peut s'étendre, ne sont couvertes que de cette végétation singulière composée de buissons touffus, et sur laquelle j'ai donné quelques détails (p. 378).

Figure 5.

On voit, dans ce dessin, comment le plateau tertiaire où coule le Guadiana, depuis Medellin jusqu'à la frontière de Portugal, est interrompu près de Badajoz par la chaîne de collines sur laquelle cette ville est bâtie. On y voit distinctement le défilé par lequel le Guadiana traverse cette chaîne pour se diriger vers la frontière portugaise. La paroi de ce défilé qui est visible dans ce dessin, est celle qui a été dessinée, *Pl. VI, Fig. 10*, et dans laquelle on peut observer l'infiltration des euphotides dans le calcaire d'eau douce, avec les circonstances décrites avec détail, pages 353 et suivantes. Les montagnes qu'on aperçoit dans le lointain sont celles de l'Estramadure portugaise.

Figure 6.

Vue de la Sierra-Morena au nord de Séville. En s'étendant vers l'ouest-sud-ouest, cette chaîne perd peu à peu les formes brusques qu'on lui voit près de Cordoue. Elle n'est plus composée, sous le méridien de Séville, que de mamelons qui s'abaissent en pente assez douce vers la rive droite du Guadalquivir, et dont les sommets ne paraissent pas s'élever beaucoup au-dessus du niveau des plateaux de l'Estramadure. Dans cette partie de la Sierra, la ligne des points culminans est située dans le centre de la chaîne; en sorte que l'on rencontre jusqu'à une assez grande distance dans la montagne les végétaux qui, sous le méridien de Cordoue, ne croissent que dans la plaine.

NOTICE NÉCROLOGIQUE

Sur F.-P.-N. Gillet de Laumont, ancien inspecteur général au corps royal des mines.

François-Pierre-Nicolas Gillet de Laumont naquit à Paris le 28 mai 1747. Il était fils de Pierre Gillet, célèbre avocat, ancien échevin de la ville de Paris, y jouissant dans le barreau d'une haute considération.

Gillet de Laumont se livra d'abord à l'étude des lois. Il fut reçu avocat au parlement le 8 août 1768; mais lors de l'exil de cette cour et de la formation du nouveau parlement, il quitta le barreau, et subit des examens de mathématiques pour être admis à l'École militaire.

Il entra en 1772 dans les grenadiers royaux, et il s'y distingua d'une manière si brillante, qu'il parvint en moins de cinq ans, du grade de simple enseigne, à celui de capitaine-commandant.

Entraîné vers les sciences et les arts par un goût dominant, il abandonna en 1784 la carrière militaire, malgré les promesses les plus avantageuses et les plus séduisantes, pour se livrer entièrement à l'étude de la minéralogie, avec Sage, de Bournon, de La Mamon, Daubenton, Romé Delille, de la Metherie, Haüy et de Saussure.

Il avait déjà fait, avant cette époque, plusieurs découvertes intéressantes qu'il avait communiquées à ces divers savans; c'était lui qui avait découvert les grès cristallisés de la forêt de Fontainebleau, et la véritable nature des lignites ou

bois bitumino-pyriteux des argiles, alors regardés comme des indices de mines de houille dans les environs de Paris.

Nommé inspecteur des mines en 1784, il fit aussitôt une première reconnaissance générale des mines de Bretagne et des Pyrénées. C'est dans ce voyage qu'il découvrit, dans les mines de Huelgoat, le plomb phosphaté vert jusqu'alors inconnu, et cette belle zéolite efflorescente, que le célèbre Haüy désigna sous le nom de Laumontite, lorsque les analyses de Vauquelin eurent démontré que cette substance était une espèce minérale particulière.

L'année suivante, en parcourant la chaîne des Pyrénées avec son collègue, M. Le Lièvre, ils découvrirent ensemble le Dipyre de Basten, les fossiles des tours de Marboré et de la Brèche-Rolland, fossiles qui depuis ont servi à déterminer les diverses révolutions que ces hautes montagnes ont éprouvées.

En 1787, M. Gillet de Laumont fut chargé par le ministère de visiter les différentes recherches de houille entreprises dans les environs de Paris. C'est dans cette reconnaissance qu'il détermina le gisement, l'étendue et la véritable nature des lignites pyriteux de Verberie, de Soissons, d'Urcel, de Dormans, etc.

En 1789, il présenta au gouvernement un mémoire sur les mines de France, alors en exploitation, et sur la nécessité de concéder celles qu'il avait reconnues, dont il remit un état général et détaillé au comité des domaines et de l'agriculture.

Il avait formé dans ses voyages une riche collection de minéraux; en 1792 il y réunit le magni-

fique cabinet de minéralogie et de cristallographie de Romé Delille.

Ses nombreux travaux, son activité, ses connaissances variées, son amour pour les sciences et les arts le firent charger, en août 1793, de l'inventaire des objets d'art et de science provenant des dépôts et des collections des académies, des sociétés savantes et des congrégations ou établissements supprimés, mission délicate et de confiance, dont Gillet de Laumont s'acquitta avec un désintéressement et une probité qui furent si bien appréciés, qu'en février 1794 il fut nommé membre de la commission temporaire chargée de recueillir partout les objets d'art et de science disséminés par la vente des biens des proscrits.

Cette mission importante, et les recherches auxquelles il se livra, le firent connaître des chefs du terrible gouvernement de 1794; mais franc, loyal, bon, courageux et ami jusqu'au dévouement le plus absolu, jusqu'à la plus entière abnégation de lui-même, il ne craignit point d'aborder ces audacieux tribuns; il osa leur demander plus d'une tête qu'ils avaient proscrite; et, par ses instances énergiques et réitérées, il parvint à les arracher à une mort trop certaine.

C'est à cette honorable et courageuse conduite, c'est au zèle, à l'activité, au désintéressement qu'il montra dans les missions dont il fut alors chargé, qu'il dut, en juillet 1794, d'être nommé membre de l'agence des mines et usines, avec MM. Lefebvre d'Hellencourt et Le Lièvre; il organisa avec eux et Foucroy la nouvelle École des mines, où ces savans s'empressèrent d'appeler les plus illustres professeurs du temps, Haüy, Dolo-

mieu, Vauquelin, Baillet du Belloy, Hassenfratz, Faujas de Saint-Fond, etc.

Les ingénieurs de ces premières années ne peuvent avoir oublié tous les témoignages de bonté et d'intérêt que Gillet de Laumont prodiguait aux élèves de l'école, qu'il regardait comme ses enfans, et auxquels il donnait les soins les plus assidus et les attentions de la véritable sollicitude du père de famille.

En 1798, il fut nommé membre du jury de la première exposition, heureuse innovation due au génie de François de Neufchâteau, et depuis répétée avec tant de succès pour la prospérité de notre industrie.

En 1801, Gillet de Laumont présenta à la société royale et centrale d'agriculture des tableaux statistiques des principales substances minérales du département de la Seine, avec l'indication de leur utilité dans l'agriculture et les arts.

Vers le même temps, il communiqua à l'Institut ses recherches sur la conversion de l'argent muriaté en argent natif par le seul contact du fer ou du zinc, et la suite de ses travaux sur la trempe des aciers et sur les meilleurs moyens de reconnaître la qualité du fer, etc.

C'est à lui que nous devons la connaissance exacte du gisement des mines d'étain de Vaury dans la Haute-Vienne.

En 1803, nous l'avons vu, oubliant son âge et ses infirmités, diriger lui-même les élèves de l'École pratique des mines du Mont-Blanc, en parcourir avec eux les hautes vallées, et gravir les rochers les plus abruptes de la Tarentaise, du Chablais, du Faucigny et de la Maurienne; enfin, rivaliser avec eux dans l'exploration de ces mon-

tagnes, où nos ingénieurs et savans français, après les de Saussure, les Deluc, les Pictet, ont encore fait tant de découvertes importantes en minéralogie et en géologie.

Toujours bon, toujours indulgent et communicatif, Gillet de Laumont était le guide des artistes; aussi, nul que lui ne sut jamais leur inspirer une confiance plus entière et plus absolue.

S'oubliant entièrement, pourvu qu'il fût utile à la science et aux arts, on le trouvait partout où il y avait du bien à faire, des malheureux à soulager, des artistes à protéger, des expériences à faire, de la science à approfondir; enfin, partout où il pouvait donner l'exemple de ce désir de voir, de découvrir la vérité, de cet indicible besoin du *rerum cognoscere causas*.

Ainsi, nous l'avons vu partager simultanément son temps, ses veilles et ses travaux entre le corps des mines, l'académie des sciences, la société d'histoire naturelle, la société philomatique, la société royale et centrale d'agriculture, la société d'encouragement et la société d'horticulture, dont il fut un des plus zélés fondateurs, et à laquelle, peu de jours avant sa mort, il apportait encore le tribut de sa longue pratique et des expériences nombreuses qu'il avait entreprises dans son domaine de Laumont.

Gillet de Laumont fut long-temps un des principaux et des plus zélés collaborateurs de divers ouvrages périodiques sur les sciences et les arts.

Il a inséré un grand nombre de mémoires, d'observations et de rapports: 1°. dans le Journal et dans les Annales des mines; 2°. dans le Journal de physique et d'histoire naturelle de Rozier et de La

Metheric; 3°. dans le Bulletin de la société philomatique; 4°. dans les Mémoires de la société royale et centrale d'agriculture; 5°. dans le Bulletin de la société d'encouragement pour l'industrie nationale, etc.

Toutes les sociétés des sciences, arts et agriculture s'étaient empressées de lui adresser des diplômes d'associé ou de correspondant. Il faudrait les nommer toutes, pour dire toutes celles auxquelles il appartenait.

Il était membre du comité consultatif du ministère et du conseil des arts et manufactures.

Il avait été décoré par Napoléon de l'ordre de la Réunion en 1813.

Juste appréciateur des hommes de talent, Louis XVIII le nomma chevalier de la Légion d'Honneur en 1815, et l'admit dans l'ordre de St.-Michel en 1819.

Bon père, excellent époux, accablé d'infirmités, alors que des soins assidus et empressés lui étaient devenus plus nécessaires que jamais, il eut la douleur de perdre une épouse chérie, le modèle des femmes, la meilleure des mères, et, peu de jours après, son fils aîné, déjà avancé dans le service.

Les soins empressés de ses enfans et la tendresse d'une fille chérie, elle-même frappée dans ses plus chères affections, ne purent apporter qu'une faible diversion à sa douleur.

L'ardent amour qu'il avait pour les sciences et les arts fut sa seule consolation. L'étude devint pour lui un besoin plus pressant et qu'il ne pouvait satisfaire. Enfin, lorsque ses infirmités multipliées vinrent le priver des dernières ressources que pouvait lui offrir la tendresse de ses enfans et de quelques amis fidèles, calme, religieux et ré-

signé, il s'éteignit en philosophe chrétien, à l'âge de quatre-vingt-huit ans, ayant la douce satisfaction de pouvoir dire à ses enfans que dans sa longue carrière il ne laissa passer, aucune occasion de *bien faire* et de *faire le bien*.

Sa bibliothèque, ses manuscrits, ses recherches, ses expériences, ses riches collections, étaient à tous; jamais on ne le consulta en vain; jamais savant ne fut plus communicatif. J'en appelle à tous ceux qui l'ont connu, à ses nombreux élèves, à ses amis, à vous tous, mes chers confrères et collègues. Bénissons sa mémoire, n'oublions jamais ses vertus, sa bonté, son caractère, enfin le beau modèle qu'il nous laisse.

Vicomte HÉRICART DE THURY.

DROIT ADMINISTRATIF.

MINES.

1. *Les concessionnaires de mines qui, pour leur exploitation, font usage des chemins ou routes existant dans la localité, peuvent être astreints à certaines subventions pour la reconstruction, la réparation ou l'entretien desdits chemins.*
2. *Lorsque la détermination de leur part contributive donne lieu à des contestations, ces contestations sont du ressort du conseil de préfecture, qui doit statuer comme en matière de contributions directes, sauf recours à l'autorité supérieure.*

Par décret du 1^{er} juillet 1809, MM. de Castellane et de Cabre ont obtenu la concession de mines de houille situées dans les environs de Fuveau, département des Bouches-du-Rhône.

Il est dit, dans ces décrets, que les concessionnaires seront tenus de contribuer, dans la proportion qui sera réglée, aux frais de réparation et d'entretien de la route qui va de Marseille à Draguignan.

Le 9 juin 1834, une ordonnance royale a fixé, au tiers de la dépense à faire, la part de ces concessionnaires dans les frais de restauration de la route, et à moitié, leur part dans les frais d'entretien annuel.

Des arrêtés du préfet des Bouches-du-Rhône, des 23 décembre 1831 et 8 mai 1832, ont fixé à la somme de 5,800 fr. la portion contributive de MM. de Castellane et de Cabre.

Ces concessionnaires ont formé opposition à l'exécution desdits arrêtés, prétendant qu'ils ne devaient concourir qu'aux frais de réparation et d'entretien; ils offraient de se soumettre à cette dépense lorsque la route aurait été reconstruite.

Le 17 juillet 1832, le conseil de préfecture des Bouches-du-Rhône a accueilli leur opposition, et a déclaré qu'au bénéfice de l'offre faite par les réclamans, ils étaient dégrevés du paiement du contingent mis à leur charge par les arrêtés précités.

Le ministre du commerce et des travaux publics s'est pourvu au conseil d'état contre cet arrêté du conseil de préfecture, et en a requis l'annulation pour incompétence, fausse application de la loi du 28 pluviôse an VIII, excès de pouvoir et violation de la chose jugée.

Le 14 novembre 1833, une ordonnance royale (1), statuant sur ce pourvoi, a écarté l'exception d'incompétence, d'après ce motif que, dans l'espèce, il ne s'agissait pas d'une affaire purement administrative, et que l'opposition mise par MM. de Castellane et de Cabré à l'exécution des arrêtés du préfet, donnait lieu à une instance contentieuse, dans laquelle le conseil de préfecture était appelé à prononcer, comme en matière de contributions directes.

Et, quant au fond, l'arrêté du conseil de préfecture a été annulé par le motif que, d'après l'ordonnance du 9 juin 1824, les concessionnaires devaient contribuer pour un tiers dans les frais de restauration de la route, et que dès lors le conseil de préfecture avait violé les dispositions de cette ordonnance, en admettant l'offre desdits concessionnaires, de concourir seulement aux frais de réparation et d'entretien, et en les déchargeant du contingent qui avait été déterminé par le préfet des Bouches-du-Rhône.

MINES. — SOURCES SALÉES.

Les sources ou puits d'eau salée sont, comme les mines de sel, sujets à concession, et dès lors ils ne sont pas soumis à la patente.

M. Parmentier avait établi, une saline à Gouhenans, département de la Haute-Saône. Des poursuites étaient dirigées contre lui pour contravention à la loi, en ce qu'il exploitait par dissolution la mine de sel gemme concédée au domaine de l'état.

En attendant l'issue du procès, il avait été imposé à la patente comme fabricant de sel.

Nonobstant ses réclamations, la taxe fut maintenue par arrêté du conseil de préfecture de la Haute-Saône.

M. Parmentier s'est pourvu au conseil d'état contre

(1) Voir cette ordonnance, page 537.

cet arrêté. Il invoquait les dispositions de la loi du 1^{er} brumaire an VII, d'après lesquelles les fabricans qui manipulent les fruits de leurs récoltes sont exemptés de la patente. Il s'appuyait aussi sur un avis du conseil d'état, du 24 floréal an VIII, qui a déclaré applicable aux propriétaires, fermiers ou cultivateurs des marais salans, l'exemption du droit de patente. Il soutenait que l'évaporation par le feu du sel que contenaient les eaux qu'il retirait de son terrain, ne changeait pas la qualité de récolte qui doit leur être donnée dans le sens de la loi. Il déclinait d'ailleurs la demande de dépens formée contre lui dans l'instance par l'administration.

Le conseil d'état a considéré que les sources ou puits d'eau salée sont, comme les mines de sel, susceptibles de concession, et que dès lors elles ne sont pas soumises à la patente.

L'ordonnance du 17 avril 1834 (1) a par ce motif annulé l'arrêté du conseil de préfecture de la Haute-Saône.

Cette décision est fondée sur la loi du 21 avril 1810 et sur la nature même des choses.

D'une part, la loi porte, art. 32, que l'exploitation des mines n'est pas considérée comme un commerce, et n'est pas sujette à patente.

D'autre part, et ainsi que l'a remarqué le conseil général des mines, les eaux salées qui surgissent naturellement à la surface du sol, ou que l'on se procure artificiellement en creusant des puits, sont une dépendance intime des bancs de sel gemme que renferme le terrain; c'est en séjournant au milieu de ces gîtes, ou en filtrant à travers les couches salifères d'argile ou de gypse qui sont superposées, et en les dissolvant, qu'elles ont acquis leur salure. En les exploitant, c'est véritablement la mine de sel gemme qu'on exploite; seulement, on opère par voie de dissolution au lieu d'aller chercher le minéral dans le sein de la terre et de l'extraire à l'état solide. Or, puisque l'exploitation de la mine ne peut se faire qu'en vertu d'un acte de concession, il en doit être de même de l'exploitation de l'eau salée, et partant cette dernière entreprise est, comme la première, exempte de la patente.

Dans l'espèce, il a été reconnu d'après de longues vé-

(1) Voir cette ordonnance, page 568.

rifications, que M. Parmentier exploitait en réalité la mine de sel gemme, dont la concession a été faite au domaine, en 1825, conformément à la loi du 21 avril 1810.

CARRIÈRES.

1. *Le règlement spécial sur l'exploitation des carrières de pierre à plâtre dans les départemens de la Seine et de Seine-et-Oise, est seul applicable à celles de ces carrières qui sont à ciel ouvert.*
2. *L'exploitation ne peut, aux termes des articles 6 et 7 de ce règlement, porter ses travaux à une distance moindre de 10 mètres des constructions voisines, outre 1 mètre par mètre d'épaisseur des terres.*
3. *Le mot construction, employé dans ces articles, s'applique à un simple mur aussi bien qu'à un bâtiment d'habitation ou autre édifice.*
4. *Il suffit que le propriétaire du terrain limitrophe de la carrière vienne à commencer une de ces constructions pour que les dispositions précitées reçoivent leur exécution.*

La dame veuve Diard, propriétaire d'une carrière de pierre à plâtre à ciel ouvert, dans la commune de Clignancourt-Montmartre, avait poussé son exploitation jusqu'aux confins d'un terrain voisin sur lequel jusqu'alors il n'avait été élevé aucune espèce de construction.

Le propriétaire de ce terrain, ayant commencé à élever un mur, a demandé que les travaux de la carrière fussent restreints à une distance de 14 mètres.

Le préfet de la Seine a considéré que si dans le principe, la carrière étant environnée seulement de terrains vagues, madame Diard n'avait eu qu'à observer les simples distances indiquées par l'article 9 du règlement spécial du 22 mars 1813, maintenant que le propriétaire du terrain voulait élever une construction, les articles 6 et 7 de ce règlement devenaient applicables. En conséquence, ce magistrat a pris, le 15 octobre 1833, un arrêté qui enjoint à la dame Diard de restreindre ses travaux à 10 mètres des constructions commencées, plus 1 mètre par mètre d'épaisseur des terres.

La dame Diard s'est pourvue devant le ministre de l'in-

térieur. Elle a soutenu que les constructions dont il s'agit dans les articles 6 et 7 du règlement ne peuvent s'entendre que des bâtimens servant d'habitation et non d'une simple muraille. Elle a invoqué à cet égard le règlement général du 22 mars 1813, où le mot *habitation* est seul employé. Enfin, elle a prétendu que les articles 6 et 7 du règlement spécial ne sont, en tout cas, applicables que lorsque les constructions existent déjà au moment où est délivrée la permission d'exploiter; mais que dans le cas où elles sont entreprises postérieurement à cette permission, c'est au propriétaire du terrain à observer les distances nécessaires pour leur solidité.

L'exploitation dont il s'agissait étant à ciel ouvert, le règlement général du 22 mars 1813 que l'on invoquait ne lui était point applicable; elle se trouvait régie par le règlement spécial, dont les articles 6 et 7 sont formels. Ils portent textuellement que l'exploitation ne peut être poussée qu'à la distance de 10 mètres des deux côtés des chemins, édifices et constructions quelconques; qu'il sera laissé en outre une distance de 1 mètre par mètre d'épaisseur des terres au-dessus de la masse exploitée, au bord desdits chemins, édifices et constructions. Ainsi il suffit d'une construction, quelle qu'elle soit, faite sur le terrain voisin, pour que l'exploitant de la carrière se trouve soumis à ces dispositions.

La distinction que l'on cherchait à établir entre les constructions déjà commencées à l'époque où la carrière est ouverte et celles qui sont entreprises plus tard, était également sans fondement. Il résulte des termes du règlement précité que, tant qu'aucune construction n'existe sur les confins de la carrière, l'exploitant peut pousser ses travaux près de la limite commune, en conservant seulement la distance ordinaire que prescrit l'article 9. Mais dès que le propriétaire limitrophe vient à construire, on rentre dans les cas prévus par les articles 6 et 7, et l'exploitant doit s'arrêter aux distances que ces articles déterminent. C'est une restriction inhérente à son droit de jouissance, et qu'il n'a pas dû perdre de vue lorsqu'il a acheté ou loué la carrière et entrepris ses travaux. Autrement, il suffirait d'ouvrir une exploitation dans un endroit pour priver tous les propriétaires voisins de la faculté de s'enclorre et de bâtir sur leur héritage. Ce serait

là une servitude exorbitante : les articles 6 et 7 du règlement ont eu précisément pour but de les en préserver.

Ces considérations ont déterminé le rejet des réclamations de la dame Diard. (Décision de M. le ministre de l'intérieur, du 6 juin 1834.)

USINES.

Le droit proportionnel de patente, à payer par un propriétaire d'usine, doit être établi d'après le revenu de l'usine.

Lorsque l'évaluation de ce revenu a été faite à l'époque de la confection du rôle cadastral et qu'une expertise a constaté la justesse de cette évaluation, le droit proportionnel doit être payé d'après les bases arrêtées dans la fixation première.

M. de Lapparent, maître de forges à Bonneau, dans le département de l'Indre, avait été imposé, pour 1831, au droit proportionnel de patente d'après une valeur locative de 15,000 francs.

Il a réclamé contre le montant de cette imposition, et une expertise a été ordonnée.

Après la ventilation du bail, qui est de 26,931 francs, déduction faite de l'intérêt à cinq pour cent du capital mobilier et du revenu des autres objets loués avec l'usine, le revenu, servant d'assiette au droit proportionnel de patente, s'est trouvé de 15,493 francs.

Le conseil de préfecture du département de l'Indre, modifiant l'opération des experts, n'a fixé la valeur locative qu'à 5,757 fr. 39 c.; il est arrivé à ce résultat en déduisant du prix du bail l'intérêt à six pour cent du capital mobilier, en doublant le revenu cadastral des bois, terres et prés, etc.

Le ministre des finances s'est pourvu au conseil d'état contre l'arrêté du conseil de préfecture, et a demandé que l'expertise fût maintenue.

Une ordonnance du 18 juin 1834 (1) a statué conformément à ce pourvoi.

DE CHERPE,

Chef de la division des mines.

(1) Voir cette ordonnance, page 578.

ORDONNANCES DU ROI

ET DÉCISIONS DIVERSES,

Concernant les mines.

Ordonnance du 14 novembre 1833, portant annulation d'un arrêté du conseil de préfecture des Bouches - du - Rhône, relatif au contingent de concessionnaires de mines dans la dépense des travaux d'une route départementale.

Louis-Philippe, roi des Français, à tous présents et à venir, salut.

Sur le rapport du comité de législation et de justice administrative;

Vu le pourvoi formé par notre ministre des travaux publics, ledit pourvoi enregistré au secrétariat général de notre conseil d'état, le 3 octobre 1832, et tendant à ce qu'il nous plaise annuler, pour incompétence, fausse application de la loi du 28 pluviôse an VIII, excès de pouvoirs et violation de la chose jugée, un arrêté du conseil de préfecture du département des Bouches-du-Rhône, en date du 17 juillet 1832, par lequel ledit conseil aurait, 1^o. admis l'opposition formée par les sieurs comte de Castellane et marquis de Cabre, concessionnaires des mines de houille dans le département sus-désigné, à l'exécution d'arrêtés du préfet, des 23 novembre 1831 et 8 mai 1832, qui fixaient à la somme de 5,800 fr. la part contributive desdits concessionnaires dans les frais de restauration de la route départementale de Marseille à Draguignan par Labourdonnière, et enjoignaient au percepteur de procéder contre eux au recouvrement de ladite somme; et 2^o. déclaré qu'au bénéfice de l'offre par eux faite de concourir à tous les frais de réparation et d'entretien seulement de la susdite route après sa reconstruction, lesdits concessionnaires étaient déchargés en paiement du contingent mis à leur charge par les arrêtés sus-énoncés;

Vu l'arrêté attaqué, ensemble ceux du préfet, en date des 23 novembre 1831 et 8 mai 1832;

Vu le mémoire en défense du sieur comte de Castellane et des héritiers du marquis de Cabre, ledit mémoire enregistré audit secrétariat général le 29 décembre 1832, et tendant à ce qu'il nous plaise rejeter le pourvoi sus-visé, et renvoyer les parties devant qui de droit pour faire régler la quote-part qui devra tomber à leur charge respective lorsque le nouveau chemin aura été fait;

Vu les décrets de concession du 1^{er} juillet 1809, qui assujettissent les concessionnaires à contribuer à la réparation et entretien de la route dont il s'agit;

Vu l'ordonnance royale du 9 juin 1824, qui fixe à un tiers la part des concessionnaires dans les frais de restauration de la route, et à moitié leur part dans les frais de son entretien annuel;

Vu les arrêtés du préfet, en date des 20 septembre et 27 décembre 1822;

Vu les rapports d'ingénieurs des 7 décembre 1822 et 10 août 1827;

Vu les avis et détails estimatifs des travaux à exécuter;

Vu l'avis du préfet, en date du 14 septembre 1832;

Vu toutes les pièces produites;

Vu l'article 4 de la loi du 28 pluviôse an VIII;

Où M^e. Cotelle, avocat des sieurs comte de Castellane et héritiers du marquis de Cabre;

Où M. Boulay (de la Meurthe), maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public;

Sur la compétence :

Considérant qu'il ne s'agissait pas, dans l'espèce, d'une affaire purement administrative, mais que l'opposition mise par les sieurs de Cabre et de Castellane à l'exécution des arrêtés du préfet, des 23 novembre 1831 et 8 mai 1832, donnait lieu à une instance contentieuse sur laquelle le conseil de préfecture devait statuer comme en matière de contribution directe;

Au fond;

Considérant qu'aux termes de l'ordonnance sus-visée, du 9 juin 1824, les concessionnaires devaient contribuer pour un tiers dans les frais de restauration de la route dont il s'agit, et que dès lors le conseil de préfecture a violé les dispositions de ladite ordonnance, en déclarant

qu'au bénéfice de l'offre par eux faite de concourir aux frais de réparation et entretien seulement de la route dont il s'agit, après sa reconstruction, les sieurs de Cabre et de Castellane étaient déchargés du contingent à eux attribué par le préfet;

Notre conseil d'état entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1^{er}. L'arrêté sus-visé du conseil de préfecture du département des Bouches-du-Rhône est annulé.

Art. 2. Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'état de la justice, et notre ministre secrétaire d'état du commerce et des travaux publics sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

PREMIER SEMESTRE 1834.

Ordonnance du 8 janvier 1834, portant concession des mines de houille lignite de LA CADIÈRE (Var).

(Extrait.)

Art. 1^{er}. Il est fait concession à M. de Castellane, des gisemens de houille lignite situés dans la commune de la Cadière, département du Var, et renfermés dans les limites ci-après, conformément au plan annexé à la présente ordonnance :

Mine-
de houille-
lignite
de la Cadière.

1°. De l'angle *ouest* du Colombier à l'angle *est* de la bastide Fontainieu;

2°. De Fontainieu à l'angle *ouest* de la bastide Rivin;

3°. De Rivin au point culminant de la bastide de la Paquette;

4°. De ce point à l'angle *nord* de la bastide Barraveau;

5°. De Barraveau à l'angle *nord* du petit moulin de M. Blanc;

6°. Dudit moulin au Colombier, point de départ.

Cette concession comprenant une étendue superficielle de quatre-vingt-neuf hectares sera désignée sous le nom de concession de la Cadière (*bis*).

Ordonnance du 19 janvier 1834, portant limitation définitive de la concession des mines de fer de MASSEVAUX (Haut-Rhin et Vosges).

(Extrait.)

Mines de fer de Massevaux. *Art. 1^{er}.* La concession des mines de fer accordée par lettres-patentes de Louis XIV, le 18 septembre 1686, au comte de Rothembourg, seigneur de Massevaux, représenté aujourd'hui par les héritiers de M^{me}. Sophie de Rosen, décédée épouse en secondes nocces de M. Voyer d'Argenson, est limitée ainsi qu'il suit, tant dans le département du Haut-Rhin que dans celui des Vosges :

Au sud, à partir du clocher de Senthem (Haut-Rhin), une ligne deux fois brisée légèrement, se dirigeant à peu près vers l'est, passant par le clocher de Roderen, puis par celui de Steinbach, et aboutissant à environ 700 mètres de distance de ce dernier clocher, au croisement de deux chemins sur la limite avec le territoire de la commune d'Uffholtz, auquel croisement on placera une pierre borne ;

À l'est, à partir de ce croisement de chemins, une ligne plusieurs fois brisée et contournée, et dirigée moyennement vers le nord, formant la limite entre le territoire d'Uffholtz, situé à l'est au dehors de la concession, et ceux de Steinbach et Cernay, situés à l'ouest à l'intérieur, et s'arrêtant à la sommité dite Beckerkopff, point tribal entre les communes d'Uffholtz, de Steinbach et de Bitschwiller ;

Au nord, à partir de cette sommité, une ligne plusieurs fois brisée, dirigée moyennement vers l'ouest, formant la limite entre la commune de Bitschwiller, située au nord, en dehors de la concession et celle de Steinbach et Cernay, de Thann et de Rammersmatt, situées au sud, à l'intérieur, et s'arrêtant au lieu dit Hunsrucken, à une pierre borne, point tribal entre les communes de Bitschwiller, de Rammersmatt et Bourbach-le-Haut ;

De nouveau à l'est, à partir de cette pierre borne, une ligne plusieurs fois brisée, dirigée moyennement vers le nord, formant la limite entre la commune de Bitschwiller, à l'est, en dehors de la concession, et celle de Bourbach-le-Haut à l'ouest, à l'intérieur, jusqu'à la pierre borne quadribanale entre les communes de Bitschwiller, Moosch et Bourbach-le-Haut au lieu dit Thannerhobel ;

Toujours à l'est, puis au nord-Est, à partir de cette pierre borne, une longue ligne extrêmement brisée et contournée, dirigée moyennement vers le nord-ouest, passant vers son extrémité Nord par les sommités Reinbachkopff, chalet du Rouge-Gazon, chalet de Neuf-Bois, séparant la vallée de Saint-Amarin à l'est, d'avec celle de Massevaux et autres à l'ouest, et formant les limites entre les communes suivantes, savoir : hors de la concession, celles de Moosch, de Mitzach, de Molleau, de Strorcken-son et d'Urbay, et, en dedans de la concession, celles de Bourbach-le-Haut, de Massevaux, de Weigscheid, de Rim-bach, puis celle de Saint-Maurice, département des Vosges, ladite ligne s'arrêtant à la pierre tribanale entre les communes d'Urbay (Haut-Rhin) et de Saint-Maurice et Bus-sang (Vosges) ;

Au nord, à partir de cette pierre borne, une ligne droite se dirigeant vers l'ouest et aboutissant au point de l'ancienne scierie de la colline de la Grande-Goutte, commune de Saint-Maurice (Vosges) ;

À l'ouest-sud-ouest, à partir de ce point, une longue ligne droite qui rentre bientôt dans le département du Haut-Rhin, aboutissant au lieu dit Jesuitenstein, à la pierre quadribanale entre les communes de Kirchberg et Rougemont que la limite traverse, et celles de la Madeleine en dehors de la concession et de Niederburch, en dedans ;

Encore à l'ouest-sud-ouest, à partir de cette pierre borne, une ligne droite aboutissant au clocher de Lanw ;

Enfin au sud, à partir de ce clocher, une dernière ligne droite aboutissant au clocher de Senthem, point de départ.

Art. 2. Cette concession sera désignée sous le nom de concession des mines de fer de Massevaux ; son étendue superficielle sera réglée après que les nouveaux plans exigés par l'article 3 ci-après auront été fournis et vérifiés.

Art. 3. Dans le délai d'un an, à partir de la notification de la présente ordonnance, les concessionnaires produiront un nouveau plan de leur concession. Ce plan sera dressé en triple expédition, sur l'échelle d'un millimètre pour dix mètres. Il sera vérifié par l'ingénieur des mines, et visé par les préfets du Haut-Rhin et des Vosges.

Faute par les concessionnaires d'avoir satisfait à cette obligation dans le délai indiqué, ce plan sera levé d'office à leurs frais et à la diligence du préfet du Haut-Rhin.

Art. 5. La présente concession est faite sous toute réserve des droits qui résultent pour les propriétaires de la surface des articles 59 et suivans et de l'article 69 de la loi du 21 avril 1810, tant à l'égard des minerais de fer d'alluvion que relativement aux minerais en couches qui seraient situés près de la surface, et susceptibles d'être exploités à ciel ouvert, pourvu que ce mode d'exploitation ne rende pas impossible l'exploitation ultérieure par travaux souterrains des minerais situés dans la profondeur.

Sont pareillement réservés tous les droits résultant pour les propriétaires de la surface de l'article 70 de la même loi, à raison des exploitations qui auraient été faites au profit de ces propriétaires antérieurement à la concession.

En cas de contestation entre les propriétaires du sol et les concessionnaires sur la question de savoir si un gîte de minerai doit ou non être exploité à ciel ouvert, ou si ce genre d'exploitation déjà entrepris doit cesser, il sera statué par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, les parties ayant été entendues, sauf le recours à notre ministre du commerce et des travaux publics.

Art. 6. Les concessionnaires paieront aux propriétaires de la surface les indemnités déterminées par les articles 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810, pour les dégâts et non jouissance de terrain occasionés par l'exploitation des mines.

Art. 7. Ils seront tenus en outre, conformément à l'article 53 de la loi du 21 avril 1810, d'exécuter les conventions qui seraient intervenues entre eux et les propriétaires du sol.

Art. 8. Ils demeurent tenus de se conformer aux décisions qui pourraient être prises par le conseil de préfecture, en exécution de l'article 46 de la loi précitée, sur toutes les questions d'indemnités à payer par eux, à raison de recherches ou travaux antérieurs à la présente ordonnance.

Art. 12. Les concessionnaires seront tenus de désigner, par une déclaration authentique faite au secrétariat de la préfecture, celui d'entre eux ou toute autre personne à qui ils auront donné les pouvoirs nécessaires pour correspondre en leur nom avec l'autorité administrative, et en général, pour les représenter vis-à-vis de l'administration, tant en demandant qu'en défendant.

Art. 13. Dans le cas prévu par l'article 49 de la loi du 21 avril 1810, où l'exploitation serait restreinte ou suspendue sans cause reconnue légitime, le préfet assignera aux concessionnaires un délai de rigueur qui ne pourra excéder six mois, et faute par lesdits concessionnaires de justifier dans ce délai de la reprise d'une exploitation régulière et des moyens de la continuer, il en sera rendu compte, conformément audit article 49, à notre ministre du commerce et des travaux publics, qui nous proposera, s'il y a lieu, dans la forme des réglemens d'administration publique, la révocation de la présente concession, sous toutes réserves des droits des tiers.

Art. 14. Provisoirement, et jusqu'à l'ordonnance qui prononcerait la révocation dans le cas prévu en l'article ci-dessus, il serait procédé à l'exploitation des minerais de fer qui seraient reconnus nécessaires aux usines du voisinage, de la manière et par les agens qui seraient déterminés par le préfet, sous l'approbation de notre ministre du commerce et des travaux publics.

Cahier de charges relatif à la concession des mines de fer de MASSEVAUX.

(Extrait.)

Art. 11. Les concessionnaires seront tenus de fournir aux usines qui auraient eu, antérieurement à l'ordonnance de délimitation, le droit de s'approvisionner de minerai de fer sur des exploitations comprises dans la concession, la quantité de minerai qui sera fixée par l'administration, en se conformant aux anciens usages.

Ordonnance du 19 janvier 1834, portant limitation définitive de la concession des mines de fer de BITSCHWILLER (Haut-Rhin).

(Extrait.)

Art. 1^{er}. La concession de mines de fer, accordée à l'abbaye de Murbach par lettre-patentes du 21 mars 1739, dans les environs de Bitschwiller, vallée de Saint-Amarin (Haut-Rhin), laquelle abbaye se trouve représentée aujour-

Mines de fer de Bitschwiller.

d'hui par MM. Stéhélin et Huber, est limitée ainsi qu'il suit :

Savoir ,

Au *nord*, à partir de la pierre borne quadribanale entre les communes de Bitschwiller, Viller, Mosh et Bourbach-le-Haut, ladite borne située au lieu dit Thannerhobel, une ligne droite dirigée vers l'est au vieux château de Frendeinstein, situé au sommet de la montagne de ce nom ;

A l'est, à partir de ce point, une ligne droite se dirigeant au sud vers le clocher de Wattwiller ;

Au sud, à partir de ce clocher, une ligne droite dirigée à l'ouest vers le clocher de Rammersmatt, mais s'arrêtant à environ 2,200 mètres du clocher de Wattwiller, au point où cette ligne droite coupe la limite entre le territoire de la commune d'Uffholtz et celle de Steinbach et Cernay, auquel point il sera placé une borne ;

A l'ouest, à partir de cette borne, une ligne plusieurs fois brisée et contournée, dirigée moyennement vers le nord, formant la limite entre le territoire d'Uffholtz, situé à l'est, en dedans de la concession, et celui de Steinbach et Cernay, situés à l'ouest en dehors de la concession, et faisant partie de la concession de Massevaux ; ladite ligne brisée s'arrêtant à la sommité dite de Beckerkopff, point tribanal entre les communes d'Uffholtz, de Steinbach et Cernay, et de Bitschwiller ;

De nouveau au sud, et ensuite de nouveau à l'ouest, à partir de cette sommité, une ligne brisée, suivant toutes les sinuosités des limites de la commune de Bitschwiller, avec les communes de Steinbach et Cernay, de Thann, de Rammersmatt et de Bourbach-le-Haut ; cette ligne brisée s'arrêtant à Thannerhobel, point de départ, sans néanmoins englober dans la concession les parties du territoire de Bitschwiller qui se trouveraient à l'ouest de la ligne tirée du clocher de Rammersmatt à Thannerhobel. A chacun des points d'intersection de cette dernière ligne avec les limites du territoire de Bitschwiller, il sera placé une borne.

Art. 2. Cette concession sera désignée sous le nom de *concession de Bitschwiller* ; son étendue superficielle sera réglée après que les nouveaux plans, exigés par l'article suivant, auront été fournis et vérifiés.

Art. 5. (Ut supra.)

Art. 6. Les concessionnaires paieront aux propriétaires de la surface les indemnités déterminées par les articles 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810, pour les dégâts et non jouissance de terrains occasionés par l'exploitation des mines.

Art. 7. Ils seront tenus en outre, conformément à l'article 54 de la loi du 21 avril 1810, d'exécuter les conventions qui seraient intervenues entre eux et les propriétaires du sol.

Art. 12. (Ut supra.)

Art. 13. (Ut supra.)

Art. 14. (Ut supra.)

Cahier de charges relatif à la concession des mines de fer de BISTCHWILLER.

(Extrait.)

Art. 11. (Ut supra.)

Ordonnance du 28 janvier 1834, relatif à l'exploitation des carrières d'ardoises du département des Ardennes.

Louis-Philippe, etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état du commerce et des travaux publics,

Vu le projet de règlement présenté par le préfet du département des Ardennes, le 18 avril 1833, pour les carrières d'ardoises de ce département ;

Les rapports y joints des ingénieurs des mines, des 7 mars et 4 avril 1833 ;

L'avis du conseil général des mines, des 15 et 22 juillet 1833, adopté par le conseiller d'état, chargé de l'administration des ponts et chaussées et des mines ;

Vu la loi du 21 avril 1810, et le décret du 3 janvier 1813 ;

Ardoisières.
du départm.
des Ardennes.

Notre conseil d'état entendu,
Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1^{er}. Le règlement ci-annexé, arrêté sur la proposition du conseiller d'état, chargé de l'administration des ponts et chaussées et des mines, par notre ministre secrétaire d'état du commerce et des travaux publics, pour l'exploitation des carrières d'ardoises du département des Ardennes, est approuvé et sera exécuté selon sa forme et teneur.

Art. 2. Notre ministre secrétaire d'état au département du commerce et des travaux publics est chargé de l'exécution de la présente ordonnance.

RÈGLEMENT

Sur l'exploitation des carrières d'ardoises du département des Ardennes.

TITRE I^{er}. — *Exercice de la surveillance de l'administration sur l'exploitation des carrières d'ardoises.*

Art. 1^{er}. Les carrières d'ardoises exploitées par galeries souterraines et situées dans les communes de Rimogne, Monthermé, Deville, Fumay, Haybes et Fépin, et toutes les autres carrières du même genre ouvertes en ce moment, ou qui pourraient l'être à l'avenir dans le département des Ardennes, seront soumises aux mesures d'ordre et de police prescrites ci-après.

Art. 2. Tout propriétaire ou entrepreneur de carrières d'ardoises, qui se proposera de continuer l'exploitation d'une carrière actuellement en activité, ou d'en ouvrir une nouvelle, sera tenu d'en faire la déclaration devant le préfet du département, par l'intermédiaire du maire de la commune où la carrière sera située, et du sous-préfet de l'arrondissement.

Art. 3. Cette déclaration énoncera les nom, prénoms et domicile du propriétaire ou entrepreneur de l'ardoisière. Elle énoncera également le nombre d'ouvriers que le déclarant emploie ou se propose d'employer, en faisant connaître les différens services auxquels ces ouvriers seront appliqués d'après les usages locaux.

Art. 4. Pour toute nouvelle ardoisière, la déclaration sera accompagnée d'un plan de la superficie, faisant connaître

d'une manière précise l'emplacement sur lequel l'exploitation doit avoir lieu. Ce plan sera dressé sur une échelle d'un millimètre pour mètre ; il sera vérifié par l'ingénieur des mines du département, et certifié par le maire.

Art. 5. Les exploitans des ardoisières actuellement en activité devront, avec leur déclaration, adresser au préfet un plan présentant, autant que possible, les travaux déjà exécutés, la superficie sous laquelle ils s'étendent, et les limites du terrain dont ils ont la jouissance pour l'exploitation.

Ce plan, à l'échelle d'un millimètre pour mètre, sera divisé en carreaux de dix en dix millimètres, par des lignes parallèles et perpendiculaires à la direction des couches.

Art. 6. Pour toute ardoisière actuellement en activité, il sera joint à la déclaration un projet d'exploitation indiquant d'une manière précise :

Le système général des travaux faits ou à faire ;

Les précautions et moyens employés ou projetés pour assurer la solidité des travaux, pour épuiser les eaux et pour extraire la pierre ardoise ;

Enfin, les mesures de surveillance et de précaution à prendre pour prévenir les accidens tant au dehors qu'à l'intérieur, et notamment ceux que peut occasioner l'emploi de la poudre.

Art. 7. Le préfet, après avoir pris les avis du maire de la commune, du sous-préfet et des ingénieurs des mines du département, et après avoir entendu les exploitans sur les changemens qu'il conviendrait d'apporter à leur projet, prendra un arrêté qui déterminera le mode général d'exploitation, sous les différens rapports indiqués en l'article précédent, le tout sauf recours au ministre du commerce et des travaux publics.

Des ampliations de cet arrêté seront adressées au maire de la commune, au sous-préfet de l'arrondissement et aux ingénieurs des mines du département ; une expédition en sera aussi délivrée aux exploitans pour être et demeurer affichée dans un lieu apparent.

Art. 8. Les formalités prescrites par les articles 2, 3, 5 et 6 seront accomplies par tout exploitant d'ardoisière actuellement en activité dans le délai de quatre mois, à compter de la publication du présent règlement.

Quant aux entrepreneurs de nouvelles carrières, ils se-

ront tenus d'accomplir les formalités prescrites par les articles 2, 3 et 4, un mois avant l'ouverture des travaux, et celles portées à l'article 6 dans l'année qui suivra leur déclaration.

Art. 9. Pour assurer l'exécution des dispositions qui précèdent, le maire de chaque commune dans laquelle il existe ou dans laquelle il s'ouvrirait une ardoisière, en rendra compte au sous-préfet, qui en informera le préfet. Dans le cas où l'on n'aurait pas rempli, à l'égard de ces exploitations, et dans les délais spécifiés, les formalités requises, le préfet, sur l'avis de l'ingénieur des mines, et après avoir entendu le maire de la commune et les exploitans, pourra, sauf recours devant le ministre des travaux publics, ordonner que, provisoirement et par mesure de police, les travaux demeureront suspendus jusqu'à ce que lesdites formalités aient été remplies.

Art. 10. Chaque année, dans le courant de janvier, les exploitans adresseront au préfet les plans et coupes des travaux exécutés dans le cours de l'année précédente. Ces plans seront dressés sur l'échelle d'un millimètre pour mètre, de manière à pouvoir être rattachés aux plans généraux désignés en l'article 5 ci-dessus. Ils seront certifiés par le maire, et visés, s'il y a lieu, par l'ingénieur des mines du département.

Art. 11. Dans toute exploitation d'ardoisière, la surveillance de la police sera exercée, sous la direction du préfet, soit par le maire de la commune ou, à son défaut, par les adjoints du maire, soit par les commissaires de police, conformément aux articles 8 à 15 du Code d'instruction criminelle.

La surveillance de l'administration, relativement à l'observation du présent règlement et à l'exécution des arrêtés du préfet mentionnés en l'article 7, sera exercée, sous la direction du préfet, par l'ingénieur des mines du département, par tout voyer souterrain placé sous les ordres de cet ingénieur, et par le maire de la commune.

Art. 12. Les exploitans d'ardoisières et leurs préposés seront tenus de faciliter aux ingénieurs des mines, ainsi qu'à tous les fonctionnaires publics et agens spécialement délégués pour l'administration, les moyens de visiter les travaux de l'exploitation, et notamment de pénétrer sur

tous les points qui pourraient exiger une surveillance spéciale.

Art. 13. L'ingénieur ordinaire des mines visitera, une fois au moins tous les six mois, lesdites carrières. Il dressera procès-verbal de la situation de chacune d'elles, et il transmettra les procès-verbaux au préfet, avec un rapport indiquant les mesures qui lui paraîtront propres à faire cesser les vices, désordres ou dangers qu'il aurait remarqués.

Art. 14. Sur le rapport de l'ingénieur, et après avoir entendu l'exploitant de la carrière dont il s'agira, le préfet pourra suspendre les travaux qui présenteraient quelques périls, et prescrire telles mesures de sûreté publique qu'il appartiendra.

Les arrêtés du préfet seront provisoirement exécutoires, sauf recours au ministre du commerce et des travaux publics.

Art. 15. Lorsqu'un propriétaire ou entrepreneur de carrière d'ardoises voudra suspendre ou abandonner son exploitation, il devra en faire la déclaration au préfet.

Cette déclaration sera renvoyée à l'ingénieur des mines, qui constatera par un procès-verbal :

1°. L'état des travaux au moment de la suspension ou de l'abandon ;

2°. Si la fermeture de la carrière, dans l'état où elle se trouve, ne présente aucun danger, et si quelques parties ne périssent pas ; cas auquel il proposerait les mesures qui lui paraîtraient nécessaires.

Art. 16. Sur le vu du procès-verbal et du rapport de l'ingénieur des mines, le préfet ordonnera, s'il y a lieu, l'exécution des travaux qu'il jugerait convenables dans l'intérêt de la sûreté publique. Des expéditions de l'arrêté intervenu seront adressées à l'exploitant, au sous-préfet de l'arrondissement et à l'ingénieur des mines.

Art. 17. A défaut par l'exploitant de se conformer aux dispositions de cet arrêté, le préfet ordonnera que les travaux prescrits soient exécutés d'office.

Art. 18. La reprise des travaux d'une ardoisière abandonnée depuis plus d'un an, sera soumise aux mêmes formalités que l'ouverture d'une ardoisière nouvelle.

Art. 19. Outre les formalités ci-dessus, l'ouverture ou la reprise par un entrepreneur des travaux d'une ardoisière

appartenant à une commune, sera précédée d'une instruction dans les formes voulues pour les concessions de terrains communaux.

Art. 20. Dans le cas où l'exploitation d'une carrière d'ardoises serait autorisée pour le compte d'une commune, la surveillance des travaux de l'exploitation sera confiée à l'ingénieur des mines du département, qui s'entendra à cet effet avec le maire de la commune, le tout sous l'approbation du préfet du département.

TITRE II. — Mesures relatives à l'exploitation.

Art. 21. L'exploitation des carrières d'ardoises, ayant lieu par travaux souterrains, est spécialement soumise à la surveillance de l'administration, ainsi qu'il est prescrit au titre V de la loi du 21 avril 1810 sur les mines, minières et carrières.

Les exploitans seront tenus de se conformer aux dispositions des arrêtés pris par le préfet, conformément à ce qui est indiqué aux articles 6 et 7 ci-dessus. Ils seront également tenus d'informer le préfet des changemens que, dans le cours des travaux, il paraîtrait utile d'apporter à leur système d'exploitation.

Art. 22. Les travaux souterrains ne pourront s'approcher des routes et chemins, de quelque classe qu'ils soient, à une distance horizontale moindre de dix mètres, et des habitations à une distance horizontale moindre de quinze mètres, sans que la déclaration en ait été faite au préfet du département, et sans qu'il ait été statué ainsi qu'il appartiendra.

Le préfet, après avoir pris l'avis des ingénieurs des mines, et, s'il y a lieu, celui des ingénieurs des ponts et chaussées du département, prescrira les mesures à prendre dans l'intérêt de la sûreté publique. Il pourra même défendre les travaux dont il s'agit, s'il reconaît que leur exécution doit compromettre la conservation des édifices ou la sûreté du sol.

Art. 23. Dans le cas où l'exploitation d'une carrière d'ardoises aurait lieu à ciel ouvert, l'exploitant se conformera au système d'exploitation qu'il aura proposé, et que le préfet aura approuvé dans les formes voulues par les articles 6 et 7.

L'exploitation à ciel ouvert ne pourra être poussée dans le voisinage des habitations que jusqu'à une distance de quinze mètres desdites habitations, et, dans le voisinage des chemins, que jusqu'à une distance de dix mètres desdits chemins; les abords de toute carrière ou exploitation à ciel ouvert seront d'ailleurs défendus du côté des habitations et des chemins publics, par des fossés ou par des murs, à l'effet de prévenir tout accident.

Art. 24. Conformément à ce que prescrit le règlement de police souterraine du 3 janvier 1813, il sera tenu, sur chaque ardoisière exploitée par travaux souterrains, un registre et un plan qui constateront l'avancement des travaux et les circonstances de l'exploitation, et qui seront représentés à l'ingénieur des mines, à chacune de ses tournées, pour que l'ingénieur y inscrive le procès-verbal de sa visite, et toutes les observations qu'il jugera utiles.

Art. 25. Lorsque la conservation d'une exploitation ou la sûreté des ouvriers pourra être compromise par quelque cause que ce soit, le propriétaire sera tenu d'avertir l'autorité locale de l'état de la carrière qui serait menacée. Le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, prendra les mesures qui seront reconnues nécessaires à la sûreté publique, conformément à ce que prescrivent les articles 4, 5 et 7 du décret du 3 janvier 1813, sur la police des mines.

Art. 26. En cas d'accident survenu dans une ardoisière ou dans les ateliers qui en dépendent, par un éboulement, par inondation ou par toute autre cause qui aurait occasionné la mort ou des blessures graves à une ou plusieurs personnes, l'entrepreneur de la carrière ou son préposé sera tenu d'en informer sur-le-champ le maire de la commune, ou, à son défaut, l'adjoint du maire et l'ingénieur des mines du département.

Le cas échéant, le maire de la commune ou son adjoint, après que l'urgence aura été constatée par le procès-verbal de l'ingénieur des mines ou de son suppléant, pourra ordonner toute disposition propre à faire cesser le danger et prescrire toute mesure de sûreté publique, à charge d'en rendre compte sur-le-champ, et, sans préjudice de tous actes relatifs à l'exercice de la police judiciaire, lesquels seront faits conformément aux dispositions du Code d'instruction criminelle.

En cas d'urgence constatée comme il est dit ci-dessus, les exploitans ou préposés des carrières voisines de celle où serait arrivé l'accident, seront tenus de fournir, sur la réquisition du maire ou de son adjoint, tous les moyens de secours dont ils peuvent disposer, sauf leur recours en indemnité contre et devant qui de droit.

Art. 27. Lorsqu'un accident, arrivé dans une exploitation de carrières d'ardoises, aura occasioné la mort de quelques personnes, le maire de la commune, ou, à son défaut, l'adjoint ou tout autre officier de police judiciaire rédigera sans délai le procès-verbal prescrit par l'article 81 du Code civil, et l'inhumation de la personne décédée ne pourra être faite qu'après l'accomplissement des formalités prescrites par ledit article.

Lorsqu'il sera impossible de parvenir jusqu'au lieu où se trouverait le corps d'une personne décédée dans les travaux d'exploitation d'une carrière, les entrepreneurs de la carrière ou leurs préposés, en leur absence, seront tenus de faire constater cette circonstance par le maire de la commune, ou, à son défaut, par son adjoint, ou par tout autre officier de police judiciaire; il en sera dressé procès-verbal, qui sera transmis au procureur du roi.

Art. 28. Dans tous les cas d'accident qui auraient occasioné la mort ou des blessures graves, le maire sera tenu de rédiger un procès-verbal qui sera transmis sans délai au procureur du roi, pour être suivi, s'il y a lieu, contre qui de droit, aux termes des articles 319 et 320 du Code pénal.

Art. 29. Toutes dépenses occasionées dans les cas d'urgence ci-dessus énoncés, en exécution des articles 14, 17, 22 et 26, et relatives soit aux secours à porter aux personnes blessées ou en péril, soit aux travaux de sûreté prescrits par l'administration, et qu'elle aurait été obligée de faire exécuter d'office, sur le refus des entrepreneurs, demeureront à la charge de l'entrepreneur ou des entrepreneurs de la carrière pour laquelle lesdites dépenses auraient été faites.

TITRE III. — *Mesures spéciales concernant les personnes.*

Art. 30. Toute société en nom collectif ou en commandite ou anonyme, ayant pour objet l'exploitation d'une

carrière d'ardoises, sera tenue de justifier par devant le préfet de l'accomplissement des formalités qui sont prescrites en cette matière par les articles 42 et suivans du Code de commerce, et par le décret du 12 février 1814, inséré au Bulletin des lois.

Chaque société sera également tenue de faire choix d'un de ses membres qu'elle chargera, ainsi que le préposé à l'exploitation, de correspondre avec l'autorité administrative; à cet effet il sera, par ladite société, fait déclaration de ce choix au secrétariat de la préfecture, dans le délai de quatre mois, à dater de la publication du présent règlement, pour les sociétés qui existent dans ce moment, et dans le délai de trois mois, à dater de la signature de l'acte de société, pour celles qui viendraient à se former à l'avenir.

Art. 31. Toute personne ou toute société faisant exploiter une carrière d'ardoises, sera tenu de déclarer, à toute réquisition de l'autorité administrative, le nombre d'ouvriers employés dans l'ardoisière et dans les ateliers en dépendant, avec désignation des diverses fonctions ou classes d'ouvriers, d'après les dénominations en usage dans la localité.

Il devra, en conséquence, être tenu sur chaque exploitation un contrôle journalier du mouvement des ouvriers, lequel indiquera leurs noms, prénoms, âge, domicile et profession, ainsi que la date de leur entrée dans les travaux ou dans les ateliers, et celle de leur sortie.

Le registre du contrôle des ouvriers sera visé par l'ingénieur des mines, à l'époque de ses tournées.

Art. 32. Tout ouvrier employé pour l'exploitation d'une carrière d'ardoises, sous quelque dénomination que ce soit, devra être pourvu d'un livret.

En exécution de la loi du 22 germinal an XI, les ouvriers des ardoisières se conformeront aux dispositions de l'arrêté du gouvernement, du 9 frimaire an XII, qui déterminent la forme de ces livrets et les règles à suivre pour leur délivrance, leur tenue et renouvellement.

Art. 33. Conformément à l'article 11 du titre III de la loi du 22 germinal an XI, relative aux manufactures, fabriques et ateliers, nul entrepreneur de carrières d'ardoises ne pourra, sans encourir les peines portées par cette loi, recevoir un ouvrier s'il n'est muni d'un livret portant le

certificat d'acquit de ses engagements, délivré par l'entrepreneur chez lequel il aura travaillé en dernier lieu.

Art. 34. Toute coalition de la part des ouvriers, et toute coalition entre les entrepreneurs des ardoisières, pour les causes et dans les cas prévus par les articles 414 à 416 du Code pénal, sera constatée, poursuivie et punie ainsi qu'il appartiendra, conformément audit Code.

Art. 35. Conformément à ce que prescrit l'article 29 du décret de police souterraine du 3 janvier 1813, il ne pourra être employé dans les travaux intérieurs des ardoisières aucun enfant âgé de moins de dix ans accomplis.

TITRE IV. — Dispositions générales.

Art. 36. Les contraventions au présent règlement et aux arrêtés du préfet, relatifs aux modes des exploitations des ardoisières, qui seront commises par les exploitans, ouvriers ou autres personnes, seront constatées comme les contraventions en matière de voirie et de police par l'ingénieur des mines, et concurremment par les maires et adjoints des communes; ainsi que par tous les officiers de police, chacun dans leur ressort.

Les procès-verbaux constatant ces infractions seront dressés sur papier libre, timbrés et enregistrés en débet. Lorsque ces procès-verbaux seront rédigés par un gendarme, un commissaire de police ou un garde champêtre, ils seront affirmés, dans les vingt-quatre heures de leur rédaction, devant le maire de la commune où l'infraction aura été commise.

Art. 37. Ces procès-verbaux seront transmis en original au procureur du roi, qui poursuivra d'office les contrevenans, conformément à l'article 95, titre X de la loi du 21 avril 1810.

Proposé par le conseiller d'état, chargé de l'administration des ponts et chaussées et des mines,

Signé **LEGRAND.**

Approuvé: Paris, le 8 janvier 1834.

Le ministre secrétaire d'état du commerce et des travaux publics,

Signé **A. THIERS.**

Ordonnance du 4 février 1834, portant que M. PYONNIER est autorisé à tenir en activité la forge dont il est propriétaire sur la rive droite du ROGNON, commune de MONTOT, arrondissement de CHAUMONT (Haute-Marne).

Cette usine est et demeure composée de deux forges ordinaires d'affinerie, de deux marteaux et d'un bocard à crasses. Forge de Montot.

Ordonnance du 4 février 1834, portant que M. DORDIGNY est autorisé à maintenir en activité la fabrique de sulfate de fer et d'alun qu'il possède dans la commune de MUYRAUCOURT (Oise),

Cette fabrique consiste, 1°. en 22 bassins pour le lessivage du lignite pyriteux et alumineux; 2°. en 4 chaudières en plomb pour la concentration des eaux, la refonte des sels et le brevetage de l'alun; 3°. en 54 cristallisoirs pour la cristallisation des sels. Fabrique de sulfate de fer et d'alun à Muyraucourt.

Ordonnance du 4 février 1834, portant que madame veuve GÉRARD DE MELEY, tant en son nom que comme tutrice de ses enfans mineurs, est autorisée à conserver et maintenir en activité les usines à fer de CHÉHÉRY, situées sur une dérivation de la rivière d'AIRE, commune de CHATEL, arrondissement de VOUZIER, département des Ardennes; qu'elle est pareillement autorisée à maintenir le moulin à farine qu'elle a établi sur la tête d'eau desdites usines.

Ces usines sont composées d'un haut-fourneau, de deux feux d'affinerie au charbon de bois, d'un feu de chaufferie et deux gros marteaux, d'un lavoir à mines et d'un bocard à crasses. Usines à fer et moulin de Chéhéry.

Ordonnance du 3 mars 1834, portant que M. PYON-

NIER est autorisé à ajouter à la forge qu'il possède dans la commune de MONTOT, sur la rivièrè de ROGNON (Haute-Marne).

Forge
de Montot.

1°. Un martinet composé d'un foyer de chaufferie et d'un martinet; 2°. une tréfilerie composée d'un four à réverbère, d'un laminoir et de deux fours à recuire le fil de fer.

Ordonnance du 17 février 1834, portant que madame de RAINCOURT est autorisée à établir un lavoir à cheval et trois lavoirs à bras, pour le lavage du minerai de fer sur un terrain qu'elle tient à bail de la commune de ROSEY, au lieu dit le PRÉ DU TAUREAU, commune de ROSEY, département de la Haute-Saône.

(Extrait.)

Lavoir
à cheval et
3 lavoirs à bras
à Rosey.

Art. 4. M^{me}. de Raincourt est tenue d'établir pour l'épuration des eaux bourbeuses provenant du lavage de minerai : 1°. le bassin VXYZ, lequel aura 150 mètres de longueur sur 4 mètres de largeur, et 1 mètre 35 centimètres de profondeur, son fond étant horizontal; 2°. une digue filtrante composée d'une couche verticale de sable interposée entre deux couches de gravier, laquelle aura 3 mètres de longueur sur 1 mètre 15 centimètres de hauteur, et dont la largeur ou l'épaisseur sera déterminée de manière que les eaux du lavage se trouvent parfaitement clarifiées après l'avoir traversée.

Cette digue, qui devra être placée à 2 mètres environ du batardeau, formant l'extrémité postérieure du bassin, sera couronnée par un massif bien imperméable de terre argileuse de 20 centimètres de hauteur, dont le dessus affleuera les bords du bassin. Elle devra d'ailleurs être construite avec soin, et M^{me}. de Raincourt sera tenue de l'entretenir constamment en bon état de service.

Ledit batardeau sera pourvu d'une vanne de décharge, haute de 1 mètre 35 centimètres, destinée à régler l'écoulement de l'eau pendant le lavage, de manière que son niveau, en amont de la digue filtrante, demeure constamment à un ou deux décimètres au plus en contrebas de la plate-forme de celle-ci.

Art. 5. Ledit bassin d'épuration sera curé à fond toutes les fois que les eaux de lavage sortiront troubles de la digue filtrante, ou que le dépôt boueux s'élèvera jusqu'à 15 centimètres du niveau de la surface de l'eau, à 25 mètres en amont de cette digue.

Art. 6. Les matières terreuses provenant des curages seront déposées dans le pré du Taureau, en des points disposés de manière à ce qu'elles ne puissent jamais être entraînées par les grandes eaux.

Art. 7. Faute par M^{me}. de Raincourt de se conformer aux dispositions des deux articles précédens, il y sera pourvu d'office, à ses frais, par les soins de l'autorité locale.

Art. 8. Elle se soumettra, au surplus, à toutes les mesures qui pourraient être ordonnées par l'administration pour garantir les propriétés riveraines des dégâts que causeraient les boues provenant du lavage du minerai, dans le cas où les dispositions prescrites ci-dessus seraient reconnues insuffisantes.

Art. 10. La présente permission cessera de plein droit son effet à l'expiration du bail passé entre M^{me}. de Raincourt et la commune de Rosey, pour le pré sur lequel seront établis les lavoirs; elle n'est accordée que sous la condition expresse pour ladite dame ou ses ayant-cause, d'être civilement responsables de tous les dommages qui résulteraient du lavage du minerai dans les lavoirs dont il s'agit, ou des inondations causées par l'exhaussement du niveau de la retenue des eaux, et, le cas échéant, d'être garans pour le paiement des indemnités qui seraient dues à cet égard.

Ordonnance du 4 mars 1834, portant que madame BOUTAUD, propriétaire de l'usine à fer dite du BOURG-DE-SIROD, située dans la commune de ce nom, sur la rivière d'AIN, département du Jura, est autorisée à rétablir le haut-fourneau qui faisait autrefois partie de cette usine.

(Extrait.)

Art. 10. Conformément à la demande rendue publique par la voie des affiches, la présente permission ne sera valable que pendant dix ans à partir du jour de la mise en feu du fourneau. Usine à fer du Bourg-de-Sirod.

Tome VI, 1834.

Ordonnance du 4 mars 1834, portant acceptation de la renonciation à la concession des mines de houille d'ERLENBACH (Bas-Rhin).

Mines
de houille
d'Erlenbach.

Louis-Philippe, etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état du commerce et des travaux publics;

Vu les demandes adressées au préfet du département du Bas-Rhin, les 26 janvier et 8 septembre 1832, par les propriétaires des mines de houille d'Erlenbach, et par lesquelles ils déclarent renoncer à la concession de ces mines, à eux accordée par ordonnance royale du 30 janvier 1819;

L'affiche du 9 septembre 1832;

Les certificats de publications et affiches;

L'exemplaire du journal du département, du 19 septembre 1832, contenant insertion desdites demandes;

Le procès-verbal de reconnaissance des travaux et le plan y joint, dressé le 24 juin 1832, par l'ingénieur en chef des mines;

Le rapport de cet ingénieur, en date du 27 février 1833;

L'avis du préfet du Bas-Rhin, du 8 mars 1833;

L'avis du conseil général des mines, du 2 décembre suivant;

Vu l'ordonnance royale du 30 janvier 1819;

Notre conseil d'état entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1^{er}. La renonciation des propriétaires des mines de houille d'Erlenbach à la concession de ces mines est acceptée.

Art. 2. La présente ordonnance sera publiée et affichée aux frais des concessionnaires et à la diligence du préfet, dans les communes sur lesquelles s'étendait la concession.

Art. 3. Notre ministre secrétaire d'état du commerce et des travaux publics, et notre ministre secrétaire d'état des finances, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance qui sera insérée par extrait au bulletin des lois.

Ordonnance du 5 mars 1834, portant que M. DALBINE est autorisé à établir dans la commune de BABEUF, sur sa propriété au lieu dit le CROISIS,

arrondissement de COMPIEGNE, département de l'Oise, une fabrique de sulfate de fer et d'alun.

La consistance de cette usine est fixée à seize lessiviers, quatre chaudières de concentration, soixante cristalliseurs, une chaudière pour la refonte du sulfate de fer, une chaudière de brevetage, deux chaudières pour la refonte de l'alun brut. Fabrique de sulfate de fer et d'alun, à Babeuf.

Ordonnance du 17 mars 1834, portant remise de la redevance proportionnelle à laquelle les mines du CREUSOT étaient assujetties pour l'exercice 1833.

Louis-Philippe, etc.

Vu la demande adressée au préfet de Saône-et-Loire, le 15 novembre 1833, par les syndics provisoires de la faillite de la société anonyme des mines, forges et fonderies du Creusot et de Charenton, tendant à obtenir la remise de la redevance proportionnelle à laquelle les mines du Creusot sont assujetties pour l'exercice 1833;

Le mémoire à l'appui de la demande;

Le rapport de l'ingénieur des mines, du 25 novembre suivant;

L'avis de l'ingénieur, faisant fonctions d'ingénieur en chef, du 28 du même mois;

L'avis du préfet, du 1^{er} décembre;

L'avis du conseil général des mines, du 27 janvier 1834;

Le rapport du conseiller d'état, chargé de l'administration des ponts et chaussées et des mines, en date du 24 février 1834, approuvé le même jour par notre ministre du commerce et des travaux publics;

Vu l'article 38 de la loi du 21 avril 1810;

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état des finances;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1^{er}. Il est fait remise à l'établissement du Creusot, département de Saône-et-Loire, de la redevance proportionnelle qui devait être perçue pour l'exercice 1833 sur les produits de 1832.

Art. 2. Notre ministre secrétaire d'état des finances est chargé de l'exécution de la présente ordonnance.

Ordonnance du 19 mars 1834, portant que l'art. 1^{er}. de l'ordonnance de concession des mines de lignite de MARTIGUES et de CHATEAUNEUF-DES-MARTIGUES, département des Bouches-du-Rhône, en date du 26 décembre 1814, est rectifié, en ce qui concerne l'énonciation de l'étendue de cette concession.

Mines
de lignite
de Martigues
et de Château-
neuf-des-Mar-
tigues.

Cette étendue, portée dans ledit article à 12 kilomètres carrés 81 hectares, est reconnue n'être que de 6 kilomètres carrés 10 hectares.

Ordonnance du 19 mars 1834, portant que MM. PLOYER frères sont autorisés à conserver en activité le patouillet destiné au lavage du minerai de fer, qu'ils possèdent sur la rivière de DURGEON, près du moulin de CHEMILLY, au lieu dit les GRANDS-ANGLES, commune de CHEMILLY, arrondissement de VESOUL (Haute-Saône).

(Extrait.)

Patouillet
à Chemilly.

Art. 3. MM. Ployer seront tenus d'établir pour l'épuration des eaux bourbeuses provenant du lavage du minerai :

1^o. Le bassin A B C D du plan, lequel aura 45 mètres de longueur sur 10 mètres de largeur et 1 mètre 35 centimètres de profondeur, son fond étant horizontal ;

2^o. Une digue filtrante composée d'une couche verticale de sable interposée entre deux couches de gravier, laquelle aura 8 mètres de longueur sur 1 mètre 20 centimètres de hauteur, et dont la largeur ou l'épaisseur sera déterminée de manière que les eaux de lavage se trouvent parfaitement clarifiées après l'avoir traversée.

Art. 11. La présente permission n'est accordée que sous la condition expresse pour les impétrans ou leurs ayants-droit, d'être civilement responsables de tous les dommages qui, à une époque quelconque, résulteraient du lavage du minerai dans le patouillet dont il s'agit, et, le cas échéant,

d'être garans pour le paiement des indemnités qui seraient dues à cet égard.

Ordonnance du 29 mars 1834, portant concession des mines de houille du PUY-SAINT-PIERRE, département des Hautes-Alpes.

(Extrait.)

Art. 1^{er}. Il est fait à M. Jean-Baptiste Telmon et Pierre Amphoux, concession du terrain houiller compris dans les limites ci-après, et qui est situé dans la commune du Puy-Saint-Pierre, arrondissement de Briançon, département des Hautes-Alpes.

Mines
de houille du
Puy-St.-Pierre.

Au nord, par une ligne droite menée du rocher de Serre-Sarvois au point milieu du clos de la Fourchère ;

A l'ouest, par une ligne droite partant de ce dernier point, et allant au rocher sur le mamelon du Banc ;

Au sud, par une ligne brisée partant du rocher du Banc, passant par la fontaine du Puy-Richard et aboutissant au clocher du Puy-Saint-Pierre ;

A l'est, par une ligne droite allant de ce clocher au rocher de Serre-Sarvois, point de départ.

Ladite concession, dont les limites sont indiquées sur le plan joint à la présente ordonnance, comprend une étendue superficielle de 134 hectares ; elle sera désignée sous le nom de concession du Puy-Saint-Pierre.

Cahier de charges relatif à la concession houillère du PUY-SAINT-PIERRE, département des Hautes-Alpes.

(Extrait.)

Art. 2. Les concessionnaires ne pourront couper ou faire couper aucune pièce de bois pour leur usage particulier ou pour leur exploitation dans l'intérieur des limites de leur concession ou dans les forêts communales qui l'avoisinent ; les bois d'étaillage seront tirés de leurs propriétés ou acquis par la voie du commerce.

Art. 3. Pour tous les gîtes déjà découverts, on conduira une galerie suivant la direction de la couche avec la pente uniquement nécessaire pour l'écoulement des eaux. Elle

sera boisée solidement pour servir d'abord tout à la fois à l'écoulement de l'eau, à l'extraction des matières et à l'aïrage. Ses dimensions en longueur, largeur, hauteur, seront fixées par le préfet sur le rapport des ingénieurs des mines, les concessionnaires ayant été entendus.

Art. 4. Le massif d'anthracite, situé au-dessus de la galerie mentionnée à l'article précédent, sera exploité par gradins en montant. On suppléera à l'insuffisance des matériaux de remblais laissés dans la mine, en plaçant du toit au mur le nombre d'étaçons nécessaires pour empêcher le rapprochement de ces deux parois de la couche.

Art. 5. Le mode d'exploitation de nouveaux massifs pour les couches découvertes ou à découvrir dans l'étendue de la concession, sera déterminé par le préfet, sur la proposition des concessionnaires et sur le rapport de l'ingénieur des mines.

Ordonnance du 29 mars 1834, portant concession des mines de houille de la ROCHE-PESSA, département des Hautes-Alpes.

(Extrait.)

Mines
de houille de la
Roche-Pessa.

Art. 1^{er}. Il est fait concession à M. Étienne Laurençon du groupe de gîtes houillers situés à Roche-Pessa et au mas de la Réviolle, dans la commune du Puy-Saint-Pierre, arrondissement de Briançon, département des Hautes-Alpes.

Art. 2. Cette concession, qui comprend une superficie de 40 hectares, sera désignée sous le nom de *concession de la Roche-Pessa*; elle est limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan annexé à la présente ordonnance :

Au *nord-ouest*, par une ligne droite tirée du clocher Saint-Pierre à la fontaine du Puy-Richard ;

Au *sud-ouest*, par une ligne brisée allant de la fontaine du Puy-Richard au rocher de la Ficasse, et de là au point d'intersection du canal neuf avec le chemin du mas de la Draille ;

Au *sud-est*, par le canal neuf depuis l'intersection ci-dessus désignée jusqu'à sa jonction avec le ruisseau de Bellevoir ;

Au *nord-est*, par une ligne droite menée de ce point de jonction au clocher de Saint-Pierre, point de départ.

Cahier de charges relatif à la concession houillère de la ROCHE-PESSA, département des Hautes-Alpes.

(Extrait.)

Art. 2. (Ut supra.)

Art. 3. (Ut supra.)

Art. 4. (Ut supra.)

Art. 5. (Ut supra.)

Ordonnance du 4 avril 1834, portant modification du cahier de charges de la concession des mines de houille de SCHÖNECKEN, département de la Moselle.

(Extrait.)

Art. 1^{er}. Les dispositions du premier paragraphe de l'article 7, et celles de l'article 9 du cahier des charges de la concession des mines de houille de Schœneckken, annexé à l'ordonnance royale du 20 septembre 1820, sont rapportées et remplacées par les suivantes.

Mines
de houille de
Schœneckken.

Art. 2. Les concessionnaires pourront établir un champ d'exploitation autour du puits actuellement existant, et extraire la houille par ce puits.

Ils seront dispensés de l'obligation de réserver un massif de houille de 100 mètres d'épaisseur horizontale entre leurs travaux et les limites de la Prusse ; ils réserveront seulement sur chaque couche, à la distance de ces limites, telle que le préfet l'aura fixée après les avoir entendus, un massif de houille qui aura 20 mètres d'épaisseur horizontale dans les travaux, ayant moins de 100 mètres de profondeur à partir de l'orifice du puits. Lorsque ce massif, prolongé sur la pente de la couche, parviendra à une profondeur plus grande que 100 mètres, l'épaisseur en sera augmentée de 5 centimètres pour chaque mètre de profondeur en sus.

Ils se conformeront d'ailleurs sur tous les points au règlement arrêté par notre ministre du commerce et des travaux publics, sur la proposition du conseiller d'état, chargé de l'administration des ponts et chaussées et des

mines. Ce règlement et les trois plans qui s'y rapportent resteront annexés à la présente ordonnance.

Art. 3. En aucun cas, il ne pourra être pratiqué de puits de communication de l'extérieur aux galeries souterraines à moins de 100 mètres de la frontière.

Art. 4. Les concessionnaires seront tenus de donner aux agens des douanes libre accès de jour et de nuit dans les galeries d'exploitation, à l'effet de reconnaître si l'on n'y entreprend pas de travaux clandestins destinés à percer le massif.

Règlement des travaux d'exploitation à exécuter sur les mines de houille de SCHOENECKEN, département de la Moselle (26 mars 1834).

Art. 1^{er}. Les concessionnaires de la mine de houille de Schoenecken sont autorisés à exploiter la partie de deux couches de houille qu'ils ont reconnue, et qui est située à l'est du puits H, indiqué sur le plan n^o. 1 joint à leur demande, en date du 24 décembre 1832.

Art. 2. Cette exploitation ne pourra avoir lieu sans un règlement spécial, au-dessus du niveau auquel le puits a traversé les deux couches. Elle sera faite en remontant, à partir de la galerie d'allongement N' des plans n^{os}. 1 et 2.

Art. 3. Pour préparer l'exploitation, le gîte sera partagé au moyen de galeries de pendage D, en massifs ayant une largeur de 70 mètres environ dans le sens de la direction, et partant de la galerie d'allongement inférieure N'; chacun de ces massifs sera recoupé de 25 en 25 mètres par des galeries diagonales N² N³, obliques à la direction et à la pente de la couche, et ayant de 15 à 20 degrés d'inclinaison.

L'exploitation de chaque massif s'effectuera au moyen de *tailles diagonales*, attaquées par le *côté d'aval*, et dont le front aura une inclinaison de 15 à 20 degrés.

Pendant l'exploitation, il sera conservé le long du côté d'aval des galeries diagonales, des piliers longitudinaux larges de 5 mètres mesurés horizontalement.

Il en sera de même pour les galeries de pendage.

On conservera aussi des piliers carrés E⁴, de 4 mètres de côté au moins, dans les espaces exploités entre deux galeries contiguës. Ces piliers seront placés au tiers de la hauteur du triangle, formé par deux galeries diagonales

et une galerie de pendage, à partir du milieu de la galerie de pendage prise pour base du triangle.

Art. 4. Le roulage de la houille s'opérera d'abord par brouettes sur le sol convenablement disposé, par des galeries diagonales N¹, N², N³, qui se raccorderont les unes avec les autres. Lorsque la distance deviendra trop considérable pour que ce mode de transport puisse être employé, le roulage s'opérera par des chariots descendant dans les galeries de pendage D, au moyen de voies et de tours à frein.

Art. 5. La couche inférieure sera exploitée la première; les concessionnaires pourront toutefois les exploiter toutes deux simultanément.

Les massifs à réserver le long des galeries de roulage et de pendage dans les deux couches reconnues seront disposés de manière à ce qu'ils se correspondent verticalement.

Art. 6. L'airage continuera d'être établi, ainsi qu'il l'est aujourd'hui, au moyen d'un conduit en bois, de forme carrée et de 27 centimètres de côté, placé dans le compartiment du puits où se trouvent les échelles, et aboutissant, par une galerie et un petit puits, à une cheminée, dont la hauteur sera déterminée par le préfet sur le rapport des ingénieurs des mines, les concessionnaires ayant été entendus.

Néanmoins, si ce moyen devenait insuffisant, le préfet, après avoir entendu les exploitans et sur l'avis des ingénieurs des mines, pourra ordonner qu'il soit pourvu à l'airage suivant le mode indiqué dans l'article 4 du cahier des charges annexé à l'ordonnance de concession.

Art. 7. Les concessionnaires pourront, pour se procurer un nouveau champ d'exploitation, soit approfondir verticalement le puits actuel, soit le faire descendre obliquement dans une des couches de houille.

Art. 8. Pour la partie des gîtes houillers dont l'exploitation est aujourd'hui autorisée, le massif de houille de 20 mètres d'épaisseur horizontale au moins, à réserver sur chaque gîte pour retenir les eaux des travaux supérieurs, sera pris dans les parties les plus inaltérables, et disposé autant qu'il sera possible en ligne droite. La disposition précise de ces massifs, et la distance à laquelle ils

devront être situés de la frontière, seront fixées par le préfet, sur le rapport des ingénieurs des mines, les concessionnaires ayant été entendus. Les galeries qui traverseront ces massifs pour conduire aux travaux d'exploitation, ne pourront avoir plus d'un mètre de largeur, et il sera disposé, dans chaque galerie et dans les parties des gîtes les plus solides, plusieurs *serremens* prêts à être placés aussitôt que cela sera reconnu utile, ou qu'on abandonnera les travaux supérieurs. Les ingénieurs veilleront à ce que ces galeries soient strictement réduites à la largeur d'un mètre sur une longueur de dix mètres au moins pour chaque serrement à établir.

Art. 9. L'enlèvement des massifs ne pourra avoir lieu qu'en vertu d'une autorisation spéciale du directeur général des ponts et chaussées et des mines, et dans le cas seulement où l'on n'aurait rien à redouter des eaux provenant des travaux des mines situées au delà de la frontière.

Art. 10. Tous les travaux d'exploitation sont expressément interdits dans la partie des couches de houille située à l'*Pouest* du puits H, jusqu'à ce que de nouvelles recherches en aient fait connaître la disposition.

— — —

Ordonnance du 4 avril 1834, portant concession des mines de plomb et argent de GLANGES, département de la Haute-Vienne.

(Extrait.)

Mines
de plomb
et argent
de Glanges.

Art. 1^{er}. Il est fait à mademoiselle Thérèse-Rose-Irène d'Andrée, concession des mines de plomb et argent comprises dans les limites ci-après définies sur les communes de Glanges, Vicq et St. Genest, département de la Haute-Vienne.

Art. 2. Cette concession qui sera désignée sous le nom de *concession de Glanges*, renferme une étendue superficielle de 11 kilomètres carrés, 17 hectares, 42 ares; elle est limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan annexé à la présente ordonnance.

Au *nord-nord-est*, par une ligne droite tirée de l'an-

gle *nord* du moulin Neuf à l'angle *nord-ouest* du moulin des Ribières;

A l'*Pouest*, par une ligne droite tirée de l'angle *nord-ouest* du moulin des Ribières, à l'angle *ouest* de la maison de Forgeas, et par une autre droite tirée de ce dernier point à l'angle *sud-ouest* de la maison de Vergnas;

Au *sud*, par une ligne droite tirée de ce dernier point à l'angle *sud* de la maison de Javaudoux;

Au *sud-est*, par une ligne droite tirée de ce dernier point à l'angle *sud-est* de la maison de Virolle;

Au *nord-est*, par une ligne droite tirée de ce dernier point à l'angle *nord* du moulin Neuf, point de départ.

Art. 4. Le droit attribué aux propriétaires de la surface par l'art. 42 de la loi du 21 avril 1810, sur le produit des mines concédées, est réglé à une indemnité annuelle de deux centimes par hectare.

Cette rétribution sera applicable toutes les fois qu'il n'existera pas à ce sujet de conventions antérieures entre le concessionnaire et les propriétaires de la surface. S'il existe de telles conventions, elles seront exécutées pourvu qu'elles ne soient pas contraires aux règles qui seront prescrites en vertu du présent acte de concession, pour la conduite des travaux souterrains et dans les vues d'une bonne exploitation. Dans le cas opposé, lesdites conventions ne pourront donner lieu entre les parties intéressées qu'à une action en indemnité, et la rétribution restera déterminée ainsi qu'il est dit au commencement du présent article.

Art. 7. Elle (M^{lle}. d'André) paiera à l'état, entre les mains du receveur de l'arrondissement, les redevances fixe et proportionnelle établies par la loi du 21 avril 1810, suivant le mode déterminé par le décret du 6 mai 1811. Cependant, en raison des grandes dépenses qui sont à faire par mademoiselle d'Andrée, concessionnaire, avant que son exploitation puisse lui procurer des bénéfices, il lui est fait remise entière, à titre d'encouragement, de la redevance proportionnelle pendant dix ans, à partir du 1^{er}. janvier 1834.

Cahier de charges relatif à la concession des mines de plomb et argent de GLANGES.

(Extrait.)

Art. 2. La galerie d'allongement et d'écoulement inférieure qui débouche dans la vallée de la Briance, sera remise en bon état de service ainsi qu'une des galeries de traverse aboutissant à ladite galerie, qui ont autrefois servi à exploiter les divers filons reconnus au lieu dit Boyand.

Des recherches seront entreprises sur le prolongement de ces filons, ainsi que sur les divers gîtes de minerais existant dans les environs du village de Glanges. Elles seront faites suivant les circonstances du gisement, à l'aide de tranchées à ciel ouvert, de galeries souterraines ou de puits.

Ordonnance du 17 avril 1834, portant annulation de l'arrêté du conseil de préfecture de la Haute-Saône, qui avait imposé à la patente une exploitation d'eau salée.

Louis-Philippe, etc.

Sur le rapport du comité de législation et de justice administrative;

Exploitation
d'eau salée.

Vu les requêtes à nous présentées au nom du sieur Parmentier, avocat à Lure, enregistrées au secrétariat général de notre conseil d'état, les 30 avril et 8 juin 1833, et 9 janvier 1834, par lesquelles il conclut à l'annulation d'un arrêté du conseil de préfecture du département de la Haute-Saône, du 2 février 1833, qui le maintient au rôle de la patente comme fabricant de sel; ce faisant, il nous plaise déclarer qu'à l'occasion de l'évaporation des eaux salées provenant de son sol, l'exposant n'est pas soumis au droit de patente; ordonner en conséquence qu'il sera déchargé de tous droits de patente à lui imposés pour les exercices de 1832 et 1833; que le montant lui en sera restitué, et condamner notre ministre des finances aux dépens;

Vu la lettre de notre ministre des finances, du 4 septembre 1833, enregistrée audit secrétariat le 7 dudit, par laquelle il conclut au maintien de l'arrêté attaqué;

Vu ledit arrêté;

Vu toutes les pièces produites et jointes au dossier;

Vu les articles 3, 29 et 32 de la loi du 1^{er} brumaire an VII, l'avis interprétatif du 24 floréal an VIII, les articles 64 et 65 de la loi du 25 mars 1817, et la loi du 6 avril 1825;

Oùï M^e. Parrot, avocat du sieur Parmentier;

Oùï M. Chasseloup-Laubat, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public;

Sans qu'il soit besoin de statuer sur la fin de non recevoir :

En ce qui touche l'exemption de la patente,

Considérant que les sources ou puits d'eau salée sont, comme les mines de sel, susceptibles de concession, et que dès lors elles ne sont pas soumises à la patente,

En ce qui touche les dépens,

Considérant qu'aucune disposition de loi ou de règlement n'autorise à prononcer des condamnations aux dépens, au profit ou à la charge des administrations publiques;

Notre conseil d'état entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1^{er}. L'arrêté du conseil de préfecture du département de la Haute-Saône, du 2 février 1833, qui maintient le sieur Parmentier au rôle de la patente pour 1832, est annulé; en conséquence, les sommes payées par le sieur Parmentier lui seront restituées.

Art. 2. Le surplus des conclusions du sieur Parmentier est rejeté.

Art. 3. Notre garde des sceaux, ministre de la justice, et notre ministre des finances, sont chargés, etc.

Ordonnance du 22 avril 1834, portant autorisation pour la maintenance d'une usine vitriolique dans la commune de GUISCARD (Oise).

(Extrait.)

Art. 1^{er}. M^{me}. Marie-Anne-Louise Carpentier, épouse de M. Louis-Joseph Chardon, est autorisée à maintenir Usine
vitriolique de Guiscard.

en activité l'usine vitriolique qu'elle possède dans la commune de Guiscard, département de l'Oise.

Cette usine demeure composée de 12 lessiviers pour le lignite pyriteux et alumineux, de 5 chaudières pour le chauffage et la concentration des eaux, et de 35 cristalloirs pour la cristallisation des sels.

Art. 7. M^{me}. Chardon se soumettra, en ce qui concerne l'exploitation des minerais employés dans son usine, aux règles et conditions prescrites par les articles 57, 58, 71 et 72 de la loi du 21 avril 1810.

Ordonnance du 22 avril 1834, relative au patouillet existant au lieu dit la PEUTE-FOSSE, commune d'EUFFIGNEIX (Haute-Marne).

(Extrait.)

Patouillet
d'Euffigneix.

Art. 1^{er}. M. Truchy-Grenier (Claude-Barthélemy), est autorisé à maintenir en activité le patouillet double mu par une seule roue hydraulique, destiné au lavage du minerai de fer existant au lieu dit la Peute-Fosse, commune d'Euffigneix, arrondissement de Chaumont, département de la Haute-Marne.

Art. 8. Les eaux, à leur sortie des huches du patouillet, seront dirigées dans une suite de récipients ou bassins d'épuration qui seront établis, conformément au tracé en rouge du plan annexé à la présente ordonnance, et dont une copie sera communiquée à M. Truchy-Grenier.

Art. 9. La superficie totale de ces bassins sera de 2,880 mètres carrés; ils communiqueront entre eux au moyen des rigoles de 80 centimètres de largeur. Leurs fonds seront horizontaux et à 1 mètre 33 centimètres en contrebas du couronnement du déversoir de superficie ou glacis qui terminera le bassin n^o. 7.

Art. 16. M. Truchy-Grenier est garant et responsable devant les tribunaux de tous les dommages qui, à une époque quelconque, résulteraient du défaut de curage du bief, du sous-bief et des bassins d'épuration, du défaut d'entretien des digues, empellemens et autres dépendances de son usine, et en général de l'inexécution de l'une quelconque des dispositions ci-dessus prescrites.

Ordonnance du 22 avril 1834, portant que M. PYONNIER est autorisé à construire un haut-fourneau pour la fabrication de la fonte de fer, dans l'emplacement du moulin qu'il possède sur la rivière du ROGNON, près des forges de MONTOT, commune de MONTOT (Haute-Marne).

Haut-fourneau
à Montot.

Ordonnance du 22 avril 1834, portant que M. DUROUX est autorisé à conserver et tenir en activité l'usine à fer de MANZA, qu'il possède sur le ruisseau du BANDIAT, dans la commune d'AUGIGNAC, arrondissement de NONTRON (Dordogne).

Usine à fer
à Augignac.

Cette usine demeurera composée de deux affineries et d'un marteau pour la conversion de la fonte en fer forgé.

Ordonnance du 28 avril 1834, portant que M. LE BACHELLÉ est autorisé à établir un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer sur le bief du moulin qu'il possède sur une dérivation de la rivière de BLAISE, commune de DOMMARTIN-LE-FRANC, arrondissement de VASSY (Haute-Marne).

Haut-fourneau
à Dommartin-le-Franc.

Ce haut-fourneau sera placé sur la rive gauche de la dérivation, et en face de ce moulin.

Ordonnance du 19 mai 1834, portant concession de la mine de lignite de PEIRUI et de la TAURELLE (Var).

(Extrait.)

Art. 1^{er}. Il est fait concession à MM. Jean-Joseph-Léon Roux, Louis-Hypolite-Gaëtan Cachard, François Lerolle et Noël Simien, de la mine de lignite dite de Peirui et de la Taurelle, située dans les communes de Saint-Zacharie, Nans et Plan-d'Aups, arrondissement de Brignoles, département du Var.

Mine
de lignite
de Peirui et
de la Taurelle.

Art. 2. Cette concession est limitée ainsi qu'il suit :

A l'*ouest*, à partir du clocher de l'église de Saint-Jaume du Plan-d'Aups, désigné sur le plan par la lettre I, par une ligne droite menée au point K du plan, point de jonction des territoires de Saint-Zacharie, d'Auriol et du Plan-d'Aups sur la montagne du Défends ;

Au *nord*, par une ligne droite partant du point K sur la montagne du Défends, et dirigée au point L situé au sommet de la Mouère, mais seulement jusqu'à la rencontre de cette ligne avec le ruisseau de Peirui, au point marqué A sur le plan ;

A l'*est*, à partir de ce point de rencontre A par le ruisseau de Peirui, en le remontant et en suivant sa branche la plus orientale jusqu'à la source de cette branche au point marqué B sur le plan ; puis par une ligne droite menée de ce point B au point C situé au sommet de la Caire, point de jonction des trois territoires de Nans, Plan-d'Aups et Saint-Zacharie ;

Au *sud*, à partir de ce point C par la limite *sud* du territoire de Saint-Zacharie, désignée sur le plan par les lettres C, D, E, F, G, H, jusqu'à sa rencontre au point H avec la limite *sud-ouest* (qui court vers la montagne du Défends) ; puis par une ligne droite H, I, menée de ce point H au clocher de l'église de Saint-Jaume du Plan-d'Aups, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 6 kilomètres carrés 72 hectares, conformément au plan qui restera annexé à la présente ordonnance.

Cahier de charges pour la concession de la mine de lignite de PEIRUI et de la TAURELLE (Var).

(Extrait.)

Art. 1^{er}. Les concessionnaires seront tenus d'ouvrir une galerie d'écoulement débouchant au point de jonction du ruisseau de la Verrerie et du chemin de Saint-Zacharie (point B du plan) ; cette galerie atteindra promptement la couche de lignite reconnue au pas de Peirui, et sera prolongée dans le sens de sa direction vers le *sud-ouest*.

La galerie d'écoulement (dont la pente *maximum* n'excédera pas 17500^{ème}), sera exécutée sous la surveillance spéciale de l'ingénieur des mines du départe-

ment ; ses dimensions et son étendue en longueur seront fixées par le préfet sur l'avis de l'ingénieur.

Art. 2. Le mode d'exploitation de la couche de Peirui, coordonné avec l'existence de la galerie d'écoulement susdite, et généralement le mode d'exploitation des couches de lignite découvertes et à découvrir, sera déterminé par le préfet, sur la proposition des concessionnaires et sur le rapport de l'ingénieur des mines.

Ordonnance du 19 mai 1834, portant concession des mines de houille de la VEYRE (Gard).

(Extrait.)

Art. 1^{er}. Il est fait concession à M. Jean-Louis Mathon de mines de houille-lignite situées sur le territoire de la commune de Gaujac, arrondissement d'Uzès, département du Gard.

Mines
de houille-
lignite
de la Veyre.

Art. 2. Cette concession sera désignée sous le nom de *concession de la Veyre* ; elle est limitée, conformément au plan joint à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit :

Au *nord-est*, le chemin de la Lauze, depuis la naissance de ce chemin, prise au point où il s'embranché sous les chemins dits le Vallat et de l'Argillier, jusqu'à la rivière de Veyre ;

A l'*est*, la rivière de Veyre, depuis l'endroit où cette rivière traverse le chemin de la Lauze, jusqu'au point où elle rencontre le chemin de Dominargues à Connaux ;

Ces deux lignes servant de limites *sud* et *ouest* à la concession de M. de Castries.

Au *nord*, une ligne droite partant du point de rencontre de la rivière de Veyre avec le chemin de Dominargues à Connaux, se dirigeant sur la grange de Talagrand, et se prolongeant à l'*ouest* jusqu'à la ligne droite menée des moulins de M. Gaujac sur le pont de Tave, à l'église ruinée de Saint-Vincent ;

A l'*ouest*, de ce point de rencontre, la ligne droite, laquelle forme la limite *est* de la concession du Pin, jusqu'à ladite église de Saint-Vincent ;

Au *sud*, une ligne droite menée de l'église ruinée de Saint-Vincent à la chapelle de Saint-Saturnin, et de ce

dernier point; une autre ligne droite jusqu'à l'embranchement du chemin de la Lauze, avec ceux dits sous le Vallat et de l'Argillier.

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle d'un kilomètre carré, 74 hectares, 83 ares.

Cahier de charges relatif à la concession des mines de houille-lignite de la VEYRE, commune de GAUJAC (Gard).

(Extrait.)

Art. 2. Les travaux d'exploitation seront établis au moyen de deux puits verticaux qui communiqueront entre eux par une galerie en bon état. L'un de ces puits sera muni d'une bonne échelle. Il servira à l'airage et au passage des ouvriers; l'autre puits sera destiné à l'extraction du combustible. Ces puits seront murillés ou boisés solidement partout où le terrain l'exigera. Leur emplacement et leur distance seront déterminés par le préfet, sur la proposition du concessionnaire et l'avis de l'ingénieur des mines.

Ordonnance du 19 mai 1834, portant que M. DE PONS est autorisé à établir sur la rive droite du CIRON, au lieu où existe le moulin de CAZENEUVE à lui appartenant dans la commune de POMPÉJAC, arrondissement de BAZAS, département de la Gironde, une usine à fer composée d'un haut-fourneau et de deux feux d'affinerie ordinaires avec chacun leur marteau.

(Extrait.)

Usine à fer
de Pompéjac.

Art. 3. Le péage payé par les radeaux qui passent au moulin de Cazeneuve, cessera d'être perçu du jour de la publication de la présente ordonnance.

Forge
de la Séchère.

Ordonnance du 4 juin 1834, portant que madame DEPROGE, veuve du sieur RIVAUX, est autorisée à maintenir en activité la forge appelée la

SÉCHÈRE, composée d'un feu d'affinerie et d'un martinet, dont elle est propriétaire sur le ruisseau de COLLE, dans la commune de SAINT-MATHIEU, arrondissement de ROCHECHOUART, département de la Haute-Vienne.

Ordonnance du 8 juin 1834, portant concession des mines de manganèse des ESPAGNES (Rhône).

(Extrait.)

Art. 1^{er}. Il est fait à MM. Victor Sevelinges fils et Robert Isnard, concession des mines de manganèse des Espagnes, communes de Saint-Julien et de Blacé, département du Rhône. Mines
de Manganèse
des Espagnes.

Art. 2. Cette concession comprend une étendue superficielle de 4 kilomètres 40 hectares; elle est limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan annexé à la présente ordonnance.

Au *nord*, partant de l'angle *nord-est* d'une maison située au *nord* du hameau de Guy, une ligne droite qui aboutit à l'angle *sud-ouest* de la maison de M. d'Epinau-de-Laye, dite Château-Gaillard; partant de ce point, toujours au *nord*, une autre ligne droite aboutissant au clocher de la commune de Blacé;

A l'*est*, partant du clocher de la commune de Blacé, le chemin de Blacé à Denicé, jusqu'à la jonction des cinq chemins appelés la Croix-du-Bois;

Au *sud*, à partir dudit lieu de la Croix-du-Bois, le chemin de Saint-Julien à Montmelas, jusqu'au point de séparation des communes de Montmelas, Saint-Sorlin et Saint-Julien, situé au territoire de la Ray, sur la limite des prés de MM. de Montmelas et Lorganot de Saint-Sorlin, et sur le bord *nord* dudit chemin;

A l'*ouest*, partant de ce dernier point, une ligne droite qui aboutit à un buisson d'Aubépin, situé dans une terre de M. Colombier de Saint-Forbin, servant de borne dans les communes de Saint-Julien et de Saint-Sorlin; de ce buisson, toujours à l'*ouest*, une autre ligne droite aboutissant à la borne séparative des communes de Saint-Sorlin, Blacé et Saint-Julien, placée sur

la limite des terres de MM. Colombier et Morel de Saint-Sorlin et Sabot-de-Saint-Julien; de cette borne, une troisième ligne droite, toujours à l'ouest, aboutissant à l'angle de la maison ci-dessus indiquée, point de départ.

Art. 3. Le droit attribué aux propriétaires de la surface, par l'art. 6 de la loi du 21 avril 1810, est réglé, conformément aux offres de MM. Sevelinges et Isnard, consignées dans les affiches, et à leur déclaration du 4 avril 1831 :

1°. A une rente de 15 centimes par hectare, que les concessionnaires paieront annuellement aux propriétaires de tous les terrains compris dans la présente concession ;

2°. A une redevance en nature du vingtième du minerai extrait au jour. Cette redevance sera payée par les concessionnaires, au fur et à mesure de l'extraction, aux propriétaires des terrains sous lesquels l'exploitation aura lieu, tant que cette exploitation durera sous leurs terrains, sauf aux parties intéressées à convertir d'un commun accord, ladite redevance en une redevance en argent équivalente, estimée à l'amiable ou à dire d'experts, laquelle sera payée avant l'enlèvement des minerais, et dans tous les cas, pour les minerais qui ne seraient pas encore enlevés, dans le délai d'un an à partir de l'extraction.

Les dispositions ci-dessus seront applicables toutes les fois qu'il n'existera pas à ce sujet de conventions antérieures entre les concessionnaires et les propriétaires de la surface; s'il existe de semblables conventions, elles seront exécutées, pourvu toutefois qu'elles ne soient pas contraires aux règles qui seront prescrites en vertu du présent acte de concession, pour la conduite des travaux d'exploitation. Dans le cas opposé, lesdites conventions ne pourront donner lieu, entre les parties intéressées, qu'à une action en indemnité, et la rétribution restera déterminée ainsi qu'il est dit au commencement du présent article.

Cahier de charges relatif à la concession des mines de manganèse des ESPAGNES (Rhône).

(Extrait.)

Art. 2. Les concessionnaires seront tenus : 1°. de réserver

intacts l'affleurement et la partie supérieure des gîtes de manganèse jusqu'à 10 mètres de profondeur verticale à partir de la surface du sol. Tout ouvrage qui devrait attaquer ou traverser ce massif supérieur, ne pourra être entrepris qu'avec une autorisation spéciale du préfet, délivrée sur le rapport des ingénieurs des mines; 2°. d'exploiter au-dessous de ce massif supérieur, en enlevant le gîte de minerai sur toute son épaisseur et par des ouvrages commencés au point le plus bas où il sera possible de le faire, en remblayant à mesure, à moins d'une autorisation contraire, et en s'élevant successivement sur les remblais.

Ordonnance du 8 juin 1834, portant que M. LE VICOMTE DE SAINTE-MAURE est autorisé à établir sur une de ses propriétés traversée par le cours de la fontaine de VALPRON, et située au territoire de CHATEAU-VILLAIN, arrondissement de CHAUMONT, département de la Haute-Marne, un patouillet à deux huches qui sera mis en mouvement par une seule roue hydraulique.

(Extrait.)

Art. 7. Les eaux de lavage du minerai seront immédiatement dirigées dans une suite de récipients ou bassins d'épuration que M. de Saint-Maure fera établir conformément au tracé en rouge du plan, dont une copie sera communiquée à l'impétrant lors de la notification de la présente ordonnance.

Art. 8. La superficie totale de ces bassins sera de 2, 800 mètres carrés. Ils communiqueront entre eux au moyen de rigoles; leurs fonds seront horizontaux et à 1^m, 30 en contrebas du couronnement du déversoir de superficie ou du glacis qui terminera le bassin n°. 8, et leurs bords seront élevés de 15 centimètres au-dessus de ce couronnement.

Ordonnance du 10 juin 1834, portant que MM. GALAIRE et PATRET sont autorisés à conserver et

Patouillet
à Château
Villain.

tenir en activité le patouillet et le bocard mus par la même roue hydraulique, qui dépendent du haut-fourneau de VARIGNEY qu'ils possèdent sur la rivière du PLANÉ, dans la commune de DAMPIERRE-LES-CONFLANS (Haute-Saône).

(Extrait.)

Patouillet et bocard à Dampierre-les-Conflans. *Art. 3.* Dans le cas où l'administration jugerait nécessaire que les eaux sortant du patouillet et du bocard, fussent épurées avant d'être versées dans le Plané, MM. Galaire et Patret seront tenus à la première réquisition qui leur sera faite par le préfet, d'établir un bassin d'épuration disposé selon ce qui est indiqué au plan par le tracé *a, b, c, d, e, f, g, h.* Ce bassin aura 80 mètres de longueur sur 5 mètres de largeur, et 1 mètre 35 centimètres de profondeur, son fond étant horizontal, pour l'épuration des eaux bourbeuses provenant du lavage du minerai, lesquelles y seront amenées par le petit canal Z du plan.

Ce bassin sera muni d'une digue filtrante composée d'une couche verticale de sable, interposée entre deux couches de gravier, laquelle aura 4 mètres de longueur sur 1 mètre de hauteur, et dont la largeur ou épaisseur sera déterminée de manière que les eaux de lavage se trouvent parfaitement clarifiées après l'avoir traversée.

Ladite digue devra être placée à 2 mètres environ en amont de l'extrémité postérieure du bassin, et être couronnée par un massif de terre argileuse bien imperméable, de 15 à 20 centimètres de hauteur, dont le dessus affleurerà les bords du bassin. Elle devra d'ailleurs être solide et durable, et être entretenue en bon état de service.

Ordonnance du 18 juin 1834, portant annulation de l'arrêté du conseil de préfecture de l'Indre, relatif au droit de patente de la forge de BONNEAU.

Louis-Philippe, etc.

Forge de Bonneau.

Sur le rapport du comité de législation et de justice administrative ;

Vu la lettre adressée à notre garde des sceaux par notre ministre des finances qui nous défère en notre conseil d'état, un arrêté du conseil de préfecture du département de l'Indre, qui a accordé au sieur de Lapparent, maître de forges à Bonneau, une réduction de 924 fr. 26 c., sur le droit proportionnel de patente auquel il est imposé pour l'exercice de 1831 ; ladite lettre enregistrée au secrétariat général du conseil d'état, le 12 décembre 1832, et tendant à ce qu'il nous plaise annuler ledit arrêté, comme reposant sur une erreur de fait ;

Vu l'arrêté attaqué, en date du 15 septembre 1832 ;

Vu les avis des maires et répartiteurs, contrôleur et directeur des contributions directes ;

Vu le rapport présenté à notre ministre des finances, en date du 5 décembre 1832 ;

Vu la lettre adressée à notre garde des sceaux par le préfet du département de l'Indre, qui annonce qu'il a été donné communication au sieur de Lapparent du recours de notre ministre des finances ;

Vu l'ordonnance rendue par notre garde des sceaux, le 11 juillet 1833, et portant qu'il sera procédé par experts à l'évaluation de la valeur locative de la forge du sieur de Lapparent ;

Vu le procès-verbal de l'expertise à laquelle il a été procédé contradictoirement avec le sieur de Lapparent, le 5 novembre 1833 ;

Vu les rapports et avis des contrôleur et directeur sur ladite expertise ;

Vu toutes les pièces jointes au dossier ;

Vu la loi du 1^{er} brumaire an VII et la loi du 26 mars 1831 ;

Oùï, M. Marchand, maître des requêtes, remplissant les fonctions du ministère public ;

Considérant que lors de la confection du cadastre de la commune de Buzançais, le revenu de la forge de Bonneau a été fixé à la somme de 15,150 francs par le conseil municipal, d'accord avec les propriétaires de ladite forge ; qu'en 1831, par suite de la ventilation du bail produit par le sieur de Lapparent, le revenu servant d'assiette au droit proportionnel de patente a été fixé par le maire et les répartiteurs de Buzançais, à la somme de 15,000 fr. ;

Qu'il résulte de l'ensemble des documens joints au dossier, et du procès-verbal de l'expertise à laquelle il a

été procédé contradictoirement avec le sieur de Lapparent, en vertu de l'ordonnance de notre garde des sceaux ci-dessus visée, que cette dernière fixation est équitable ;

D'où il suit que c'est à tort que le conseil de préfecture dans l'arrêté attaqué, a établi le droit proportionnel sur un revenu de 5,757 fr.

Notre conseil d'état entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1^{er}. L'arrêté du conseil de préfecture du département de l'Indre, ci-dessus visé, est annulé.

Art. 2. La valeur locative de l'usine du sieur de Lapparent est fixée à la somme de 15,000 fr.

Art. 3. Notre garde des sceaux, ministre de la justice, et notre ministre secrétaire d'état des finances, sont chargés, etc.

Usine à fer
à Pensey.

Ordonnance du 30 juin 1834, portant que M. LE VICOMTE DE PERNETY est autorisé à conserver et tenir en activité l'usine à fer servant à fabriquer tantôt de la tôle, tantôt du fer en barres, qu'il possède dans la commune de PENSEY, sur la rivière de SAULX (Haute-Marne) ; et qui se compose d'un foyer de chaufferie et d'affinerie, de deux marteaux et de deux roues hydrauliques.

Ordonnance du 30 juin 1834, portant que M. LE VICOMTE DE PERNETY est autorisé à tenir en activité le bocard à mine composé de huit pilons, le patouillet et les dix lavoirs à bras existant sur un terrain qui lui appartient dans la commune de PENSEY (Haute-Marne) ; que M. CLAUSSE est également autorisé à tenir en activité les quatre lavoirs à bras qu'il a établis sur la tête d'eau du bocard de PENSEY, dans un terrain qu'il tient à bail de cette commune.

Bocard,
patouillet
et lavoirs
Pensey.

(Extrait.)

Art. 9. Les eaux sales qui auront servi au lavage du

minerai, tant dans le patouillet que dans les 14 lavoirs ci-dessus mentionnés, ne pourront rentrer dans le lit de la Saulx qu'après avoir déposé leur limon dans une suite de récipiens ou bassins d'épuration, qui seront établis conformément au tracé en rouge 1, 2, 3, 4, 5 et 6 du plan général de situation des lavoirs et du bocard, et dont une copie sera communiquée aux propriétaires de ces usines.

Art. 24. A l'expiration du bail passé à M. Clause par la commune de Pensey, comme à toute époque, les 4 lavoirs mentionnés en l'article 2 ci-dessus ne pourront être tenus en activité, qu'autant que la commune ou son nouveau fermier auront justifié de leur droit à l'usage des bassins d'épuration construits sur le terrain de M. de Pernety.

Ordonnance du 30 juin 1834, portant que M. LAURENT FOURNIER est autorisé à conserver et tenir en activité l'usine à fer dite forge de FONTENY, située sur le ruisseau d'ARENELLE, dans la commune de SAINT-GORGON (Vosges).

Usine à fer
de Fonteny,
à St.-Gorgon.

Cette usine est et demeure composée d'un feu d'affinerie et d'un feu de martinet.

Ordonnance du 30 juin 1834, portant que M. BLANCHARD est autorisé à maintenir en activité l'usine dite de CHABRENAS, qu'il possède dans la commune de MENZAC, sur l'étang de CHABRENAS, arrondissement de SAINT-YRIEIX (Haute-Vienne).

Usine à fer
de Chabrenas,
à Menzac.

Cette usine demeurera composée d'un feu d'affinerie et d'un marteau.

PERSONNEL.

Par ordonnance du roi du 8 juin 1834, — M. Burdin, ingénieur ordinaire de 1^{re}. classe au corps royal des mines, est nommé ingénieur en chef de 2^e. classe.

Ordonnance du roi, du 29 août 1834, relative au conseil de l'école royale des mines.

Louis-Philippe, etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état au département de l'intérieur ;

Vu l'ordonnance royale du 5 décembre 1816, portant, article 3 : que le conseil de l'école des mines est présidé par le conseiller d'état, directeur général des ponts et chaussées et des mines, et composé de trois inspecteurs généraux, des professeurs et de l'inspecteur des études ;

Vu notre ordonnance du 27 avril 1832, qui supprime le grade d'inspecteur divisionnaire dans le corps royal des mines, et porte à 6 le nombre des inspecteurs généraux, dont 3 de 1^{re}. classe et 3 de 2^e. classe ;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1^{er}. Le conseil de l'école royale des mines sera présidé par le conseiller d'état, directeur général des ponts et chaussées et des mines, et composé des 6 inspecteurs généraux, des professeurs et de l'inspecteur des études.

Art. 2. Notre ministre secrétaire d'état au département de l'intérieur est chargé de l'exécution de la présente ordonnance.

Par arrêté de M. le ministre de l'intérieur, du 24 mai 1834, — le département de l'Hérault est distrait des attributions de M. Varin, ingénieur ordinaire, qui demeure chargé du département de l'Ardèche et de la Lozère ; — M. Garella, ingénieur ordinaire, réunira au service de la Corse, qui lui est actuellement confié, celui du département de l'Hérault sous les ordres de M. Thibaud, ingénieur ordinaire, faisant fonctions d'ingénieur en chef ; sa résidence est fixée à Montpellier.

Par arrêté de M. le ministre de l'intérieur, du 13 juillet 1834, — M. Garnier, ingénieur en chef de 1^{re}. classe, est nommé secrétaire du conseil général des mines, en remplacement de M. Mignerou, élevé au grade d'inspecteur général de 2^e. classe.

Par arrêté de M. le ministre de l'intérieur, du 21 juillet 1834, — deux inspecteurs généraux feront désormais partie de la commission de statistique de l'industrie minière ; — M. Mignerou, inspecteur général des mines, est appelé à la place qui se trouve à remplir dans le sein de cette commission.

Par arrêté de M. le ministre de l'intérieur, du 21 juillet 1834, — M. Clapeyron, ingénieur ordinaire de 1^{re}. classe, est chargé du service du département du Pas-de-Calais, en remplacement de M. Garnier, appelé à une nouvelle destination. Il est placé sous les ordres de M. Clère, ingénieur en chef.

Par arrêté de M. le ministre de l'intérieur, du 12 octobre 1834, — M. Dufrénoy, ingénieur en chef, est appelé à remplir les fonctions de secrétaire du conseil de l'école des mines. Il est adjoint à M. Lefroy pour ses diverses attributions, excepté toutefois en ce qui concerne la collection géologique, dont M. Elie de Beaumont reste conservateur-adjoint.

Par décision de M. le conseiller d'état, directeur général des ponts et chaussées et des mines, en date du 9 juin 1834, — M. de Montmarin, aspirant-ingénieur, est envoyé en mission aux forges de l'Aveyron, pour en suivre les travaux sous la direction de M. Coste, ingénieur des mines.

Par décision de M. le directeur général, en date du 9 juin 1834, — M. Senez, aspirant-ingénieur, est appelé temporairement à concourir, sous les ordres de M. Manès, aux opérations relatives à la topographie souterraine du bassin houiller d'Aubin (Aveyron).

Par décision de M. le directeur général, en date du 16 juillet 1834, — M. Fournel, ingénieur ordinaire, est chargé de se livrer, sous la direction de M. Cheron, in-

génieur en chef, à l'étude extérieure et souterraine des bassins houillers de Faymoreau et de la Boufferie, situés sur la limite des départemens de la Vendée et des Deux-Sèvres.

Par décision de M. le directeur général, en date du 4 août 1834, — M. Diday, élève ingénieur, est appelé temporairement à concourir aux opérations relatives à la topographie souterraine du bassin houiller d'Aubin (Aveyron).

CIRCULAIRES

Adressées à MM. les Préfets et à MM. les Ingénieurs des mines.

Paris, 21 juillet 1834.

Monsieur, la formation de collections géologiques dans certaines localités, pourrait être une chose utile à l'industrie, en même temps qu'elle fournirait des documens intéressans pour l'examen de diverses questions dont l'administration est quelquefois appelée à s'occuper.

Collections géologiques.

Afin que ces collections offrissent un avantage désirable, il conviendrait qu'elles fussent faites par sous-arrondissement; si l'on se bornait à en réunir dans les chefs-lieux des arrondissemens minéralogiques, elles se trouveraient trop éloignées de la plupart des autres villes comprises dans la circonscription.

Mais rarement les ingénieurs ont, dans les lieux de leur résidence, des demeures assez vastes. Ce ne serait guères que dans des édifices publics que de semblables collections pourraient être déposées. Il reste à savoir quelles sont les villes où se rencontreraient des facilités de ce genre, et si celles où elles se trouveraient consentiraient à prendre à leur charge les dépenses d'établissement et d'entretien.

Je vous prie d'examiner, de concert avec MM. les ingénieurs placés sous vos ordres, quelles sont, dans votre arrondissement, les villes qui renfermeraient des édifices publics propres à la destination dont il s'agit, et dans lesquelles il serait profitable aux progrès de l'industrie minérale que ces collections géologiques fussent formées. Lorsque j'aurai reçu ces renseignemens, je m'entendrai avec MM. les préfets sur la suite qu'il sera possible de donner à des projets dont l'accomplissement aurait une véritable utilité.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le conseiller d'état, directeur général des ponts et chaussées et des mines,

Signé **LEGRAND.**

Paris, le 24 juillet 1834.

Instructions
relatives
aux projets
d'affiches.

Monsieur, d'après le décret du 18 novembre 1810, MM. les ingénieurs en chef des mines doivent proposer à MM. les préfets et adresser au directeur général, les projets d'affiches relatifs aux demandes qui ont pour objet des concessions de mines ou l'établissement d'usines métallurgiques.

Ces projets d'affiches ne me sont pas toujours transmis. Je désire que MM. les ingénieurs me les adressent régulièrement, en même temps qu'ils les soumettent à MM. les préfets. Je les invite également à me faire parvenir deux exemplaires des affiches imprimées relatives à chaque demande. Cette dernière disposition s'exécute déjà dans plusieurs arrondissemens, il convient qu'elle devienne générale. C'est ainsi que l'administration peut saisir l'ensemble d'un service qui prend chaque jour une nouvelle importance.

Je vous serai obligé, monsieur, lorsque vous me transmettez les pièces dont il s'agit, d'y ajouter les documens que vous pourrez avoir sur les circonstances de l'entreprise, surtout lorsqu'il est question d'une mine récemment découverte, ou d'une usine qui peut avoir de l'influence sur la prospérité de la contrée.

Je vous prie de m'accuser réception de la présente, et de m'adresser en même temps un état distinct pour chaque département des diverses affaires aujourd'hui en instance dans l'arrondissement dont vous êtes chargé, avec l'indication de la date et de la situation de chacune d'elles. Si quelques obstacles, indépendans de vous et de MM. les ingénieurs ordinaires, en retardent l'instruction, je serai par là en mesure de les connaître et d'aviser aux moyens de les faire cesser.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le conseiller d'état, directeur général des
ponts et chaussées et des mines,

Signé **LEGRAND.**

Paris, le 14 août 1834.

Monsieur, les documens qui m'ont été adressés conformément aux instructions contenues dans ma circulaire du 1^{er} mars 1833, ont déjà jeté beaucoup de lumière sur l'importance des industries qui ont pour objet l'élaboration des substances d'origine minérale autres que le fer.

Ces documens néanmoins, pris dans leur généralité, présentent d'assez nombreuses lacunes, attendu que MM. les ingénieurs ne se sont pas toujours trouvés en mesure de répondre immédiatement à toutes les questions qui leur étaient adressées. J'avais prévu cette circonstance : il était facile en effet de concevoir que l'on ne pouvait, dès la première campagne, réunir toutes les indications nécessaires ; mais ce qui n'a pu être obtenu l'année dernière le sera plus aisément sans doute aujourd'hui. On est d'autant plus fondé à le croire, que déjà plusieurs de MM. les ingénieurs ont satisfait en tous points à l'objet de la circulaire du 1^{er} mars 1833, et ont même ajouté une foule de renseignemens très-utiles à ce qui leur a été plus spécialement demandé. Le nouveau travail qu'il y a lieu de rédiger pour la présente campagne sera donc, j'en ai l'espérance, aussi complet qu'on peut le souhaiter. Il devra m'être adressé pour le 1^{er} décembre au plus tard.

J'adresse à chacun de MM. les ingénieurs des instructions particulières, par suite de l'examen que la commission de statistique de l'industrie minérale a fait du dernier travail. La présente circulaire a pour objet de transmettre les instructions générales qui résultent des diverses observations auxquelles il a également donné lieu.

Il a paru que l'état récapitulatif B pouvait être supprimé sans aucun inconvénient : MM. les ingénieurs en chef seront donc dispensés de la présentation de cet état B, et en général de tout le travail récapitulatif qu'ils avaient à faire précédemment pour les autres états. Ils m'adresseront les états A, C, D, E, rédigés par MM. les ingénieurs ordinaires, et y ajouteront toutes les observations qui leur seront suggérées par la connaissance qu'ils ont des localités. Ils compléteront par leurs remarques, et rectifieront, s'il y a lieu, le travail de l'ingénieur du département. Ils présenteront des états semblables pour chacun des départemens où ils font le service d'ingénieur ordinaire.

On aura grand soin de ne jamais comprendre sur un même état les résultats relatifs à plusieurs départemens.

Instructions
au sujet
des documens
statistiques
à présenter par
MM. les
ingénieurs
des mines.

Lorsque l'on n'aura point de renseignemens à consigner sur l'un des états, on devra cependant envoyer cet état avec les autres, en y signalant cette circonstance. On indiquera si en effet le département ne peut fournir aucun des renseignemens demandés dans l'état, ou s'il n'a pas été possible de recueillir les documens nécessaires. Dans ce dernier cas, on signalera les recherches qui restent à faire et l'époque à laquelle on pense que le travail pourra être complété.

Lorsqu'une mine ou une usine n'est pas en activité, il ne faut pas se borner à en rappeler le nom en laissant vides les colonnes des produits; il est nécessaire d'indiquer le chômage d'une manière explicite, d'en faire connaître les causes et d'indiquer les circonstances qui pourraient amener la reprise des travaux.

La colonne d'observations jointe à chaque tableau est destinée à recevoir toutes les indications qui ne sont pas de nature à figurer dans les autres colonnes. Il faut avant tout y indiquer d'une manière précise les données directes et les hypothèses qui ont servi de base aux calculs dont les résultats sont insérés dans les colonnes du tableau. On y consignera également quelques détails succincts sur les procédés généraux de fabrication.

La situation d'un grand nombre de mines, d'usines et d'ateliers n'a point été représentée sur le calque d'une portion de l'atlas de Chanlaire, ainsi que cela avait été demandé. Il faudra réparer sur les nouveaux tableaux les omissions que présentent à cet égard ceux qui ont été produits l'année dernière.

C'est surtout dans les états D et E que l'on a remarqué le plus de lacunes : elles seront sans doute remplies cette année. Je désire que MM. les ingénieurs étudient avec le plus grand détail les élémens de la statistique des exploitations et des ateliers qui tirent leurs matières premières du règne minéral. J'appelle spécialement leur attention sur les tourbières, les verreries et cristalleries, les fabriques de glaces, de porcelaine, de faïence, de poteries, de tuiles, de briques et de carreaux de terre, les fours à chaux et à plâtre, les salines, les fabriques de produits chimiques, et enfin les carrières de pierres à chaux et à plâtre et de matériaux de construction de toutes sortes. On groupera tous ces renseignemens en forme de tableaux, en se conformant aux indications suivantes :

Pour les combustibles minéraux (État A).

On ajoutera aux indications demandées explicitement dans l'état A :

Le nombre et la puissance des couches de chaque concession,

Le salaire des ouvriers.

Dans la colonne qui donne les quantités extraites, on distinguera les diverses qualités de houille;

Dans la colonne suivante, le prix de ces diverses qualités.

Dans la partie du tableau consacrée aux notices, on indiquera la valeur du quintal métrique des diverses qualités de houille sur les lieux principaux de consommation du département. On donnera les mêmes renseignemens pour les diverses qualités de houille étrangère. On y mentionnera également le prix de transport d'un quintal métrique par kilomètre sur les diverses voies de communication et par les divers moyens de transport du département;

Dans une colonne qu'on ajoutera au tableau, on indiquera l'emploi et les débouchés des diverses qualités de combustibles.

Pour les tourbières (État A).

Situation des tourbières. { Commune.
 { Vallée.

Nombre des tourbières { communales.
 { particulières.

Étendue des terrains tourbeux.

Épaisseur moyenne des bancs de tourbe.

Qualités.

Nombre d'ouvriers employés à l'extraction.

Salaire des ouvriers.

Nombre approximatif des journées de travail.

Total des salaires.

Quantité de tourbe extraite (exprimée en unités usitées dans la contrée (1), en stères et en quintaux métriques).

Prix de vente de ces diverses unités sur le lieu d'extraction.

Valeur totale de la tourbe extraite.

Emplois de la tourbe.

Débouchés.

(1) On mentionnera explicitement dans la colonne des observations la valeur de cette unité en stères et en quintaux métriques.

*Pour les fours à plâtre et à chaux grasse, hydraulique
(État E, Productions diverses).*

Commune.

Fours de cuisson. { Nature.
 { Nombre:

Nombre des ouvriers.

Salaire des ouvriers.

Nombre approximatif des journées de travail.

Total des salaires.

Pierre passée au four. (Quantité, q. m. — valeur, fr.)

Combustible. (Nature. — quantité, q. m. — valeur, fr.)

Produits. (Qualités. — quantités, q. m. — valeur, fr.)

Emplois et débouchés.

Observations diverses.

*Pour les salines, les marais salans et les mines de sel
gemme (État E).*

Commune.

Nom de l'établissement.

Noms des propriétaires et des exploitans.

Nombre des ouvriers.

Salaire par journée.

Nombre approximatif des journées de travail.

Total des salaires.

Combustibles consommés. { Nature.
 { Quantité, q. m.
 { Valeur, fr.

Produits. { Qualités.
 { Quantités, q. m.
 { Prix du quintal métrique, fr.
 { Valeur totale, fr.

Quantité vendue en franchise de droits pour certaines industries,
q. m.

Emplois et débouchés.

Observations diverses.

*Pour les fabriques de produits chimiques (État E, Pro-
ductions diverses).*

Commune.

Noms des fabriques.

Noms des propriétaires.

Nombre d'ouvriers.

Salaire des ouvriers.

Nombre approximatif des journées de travail.

Total des salaires.

Matières premières consommées.	Nature.	{	Sel marin.
			Acide sulfurique.
Combustible.	Nature.	{	Soufre.
			Nitrate de potasse.
Produits.	Nature.	{	Ferraille.
			Etc., etc.
Matières premières consommées.	Quantité, q. m.	{	Valeur, fr.
			Valeur, fr.
Combustible.	Quantité, q. m.	{	Valeur, fr.
			Valeur, fr.
Produits.	Quantité, q. m.	{	Carbonate de soude.
			Acide sulfurique.
Produits.	Valeur par nature de prod., fr.	{	Sulfate de fer.
			Etc., etc.
Produits.	Valeur totale des produits, fr.	{	Valeur, fr.
			Valeur, fr.

Provenances des matières premières.
Emplois et débouchés.
Observations diverses.

Je n'ai pas besoin de recommander à MM. les ingénieurs de porter tous leurs soins dans la rédaction du nouveau travail que je leur demande, et dont les détails ont été indiqués en quelque sorte par celui que plusieurs d'entre eux ont déjà présenté. Ils savent que ces documens statistiques éclairent une infinité de questions qu'on ne pourrait résoudre qu'imparfaitement sans leur secours, et que, s'occuper d'un pareil travail, c'est rendre un service essentiel à l'industrie. Ils s'attacheront, j'en suis bien persuadé, à donner aussi complets que cela sera possible les documens qu'ils doivent réunir. Ils ne négligeront rien pour se le procurer, et j'aime à penser qu'ils trouveront auprès des propriétaires de mines et d'usines toutes les notions désirables. Les administrations locales les aideront aussi dans leurs recherches, et la notoriété publique leur fournira au besoin d'utiles indications. En recueillant ces documens, l'administration a en vue, non de réglementer l'industrie, mais bien de concourir à ses progrès. Les services que les ingénieurs lui rendent sans cesse doivent écarter toute supposition contraire; et j'espère que chaque jour démontrera de plus en plus que la mission dont ils sont chargés s'exerce dans un but vraiment libéral; chaque jour aussi ajoutera à la confiance qu'ils ont acquise: cette confiance est due en effet à leur zèle éclairé, à des efforts dont le seul mobile est l'intérêt

public; on ne peut douter qu'ils ne soient toujours jaloux de la justifier.

Recevez, Monsieur, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le conseiller d'état, directeur général des
ponts et chaussées et des mines,

Signé LEGRAND.

Paris, 30 août 1834.

Documens
statistiques
demandés
à MM.
les ingénieurs
des mines.

Monsieur le préfet, j'ai eu l'honneur de vous entretenir, par mes circulaires des 1^{er} mars et 12 mai de l'année dernière, des demandes que j'adressais à MM. les ingénieurs des mines, au sujet des documens statistiques à réunir sur les mines et les usines. La nécessité de ces documens est bien reconnue, et j'ai vu avec satisfaction le zèle que MM. les ingénieurs ont mis généralement à les recueillir.

Bien que pour quelques industries, à l'égard desquelles ces demandes étaient nouvelles, on n'ait pu dès l'abord rassembler toutes les notions nécessaires, le travail qui m'a été adressé présente dans son ensemble des indications utiles. Les lacunes qu'on y a remarquées disparaîtront successivement, et nous arriverons, j'en ai l'espérance, à former un inventaire complet de nos richesses minérales. Un travail de cette nature doit fixer toute notre attention, et je ne doute point, monsieur le préfet, que vous n'en ayez apprécié l'importance. Ces documens statistiques, tenus à jour avec soin, permettent de suivre l'industrie dans ses phases diverses de prospérité ou de décadence. Ils aident aussi à juger ses efforts, en même temps qu'ils donnent les moyens de résoudre des questions graves et fort complexes, dans lesquelles elle se trouve intéressée. C'est de cette manière qu'on peut en tirer tout l'avantage qu'ils doivent offrir.

Le commerce et l'industrie prennent chaque jour de nouveaux développemens. Les entreprises qui ont pour objet l'extraction et le traitement des matières minérales, ne pouvaient rester étrangères à ce mouvement industriel, devenu l'un des besoins les plus impérieux de l'époque. L'administration, qui voit avec un vif intérêt la part qu'elles y ont prise, ne remplirait qu'imparfaitement sa mission si elle ne portait également sa sollicitude sur leur avenir.

MM. les ingénieurs des mines, j'aime à le croire, ne négligeront rien pour réunir tous les documens qui intéressent le service important dont ils sont chargés. Je compte que MM. les préfets saisiront volontiers toutes les occasions de leur rendre cette mission facile.

J'ai l'honneur de vous communiquer, monsieur le préfet, les nouvelles instructions que je viens de leur adresser. Le résultat de leurs recherches pourra intéresser votre administration, et vous devez être persuadé qu'ils mettront toujours de l'empressement à seconder vos vues. De votre côté, vous aiderez à aplanir les obstacles qu'ils pourraient éprouver. S'il arrivait que leur intervention, essentiellement protectrice, ne fût pas toujours bien comprise, et qu'il en résultât parfois quelques préventions, celles-ci devraient s'évanouir en présence des services qu'ils rendent à l'industrie. Sa prospérité, ses progrès, tel est le but de nos communs efforts. Les propriétaires de mines et d'usines ne peuvent manquer de reconnaître l'utilité de ces services et d'y répondre par une entière confiance.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le conseiller d'état, directeur général des
ponts et chaussées et des mines,

Signé LEGRAND.

Paris, le 16 novembre 1834.

Monsieur le préfet, la progression toujours croissante des demandes en autorisation, soit d'établir de nouvelles usines mues par l'action de l'eau, soit de conserver ou de modifier les anciennes, a dû fixer mon attention d'une manière toute particulière. Instruction des demandes en autorisation d'établir de nouvelles usines, mues par l'action de l'eau, etc.

Dans la vue de régulariser la marche à imprimer à ces sortes d'affaires, d'en hâter l'expédition, et d'épargner à l'industrie des retards toujours préjudiciables à ses intérêts, je m'occupe en ce moment d'une instruction réglementaire qui embrasserait toutes les parties de cette matière vaste et difficile; mais comme je ne puis fixer encore l'époque à laquelle ce travail, qui devra être soumis à la délibération du conseil d'état, pourra être terminé et présenté à la sanction royale, j'ai pensé qu'il était bon et utile de pres-

crire, dès ce moment, quelques mesures d'ordre dont l'expérience de chaque jour me fait plus vivement sentir le besoin.

Dans la plupart des départemens, l'instruction des affaires d'usines, sous le rapport administratif, se borne aux enquêtes préalables ouvertes au secrétariat de la mairie, sur les termes mêmes de la demande des pétitionnaires, conformément à la circulaire ministérielle du 19 thermidor an VI. Il en résulte que si MM. les ingénieurs modifient dans leurs propositions les termes de la demande (et c'est ce qui arrive presque toujours), et que les préfets, adoptant ces propositions, en fassent la base de leur avis en forme d'arrêté, il en résulte, dis-je, que l'ordonnance royale qui vient clore cette instruction, est le plus souvent rendue, sans que les parties intéressées aient été mises à même de s'expliquer sur les dispositions qu'elle consacre.

Frappés d'un aussi grave inconvénient, et désirant conserver à l'instruction des affaires d'usines ce caractère essentiellement contradictoire que l'institution des enquêtes a eu pour but de lui assigner, MM. les préfets, dans quelques départemens, ont pris le sage parti de ne jamais émettre leur avis en forme d'arrêté, sans avoir pris au préalable les mesures suivantes, et qui consistent :

1°. A ouvrir, sur les propositions mêmes de MM. les ingénieurs, une nouvelle enquête en tout semblable à celle prescrite par l'instruction ministérielle du 19 thermidor an VI, sauf réduction à quinze jours du délai pendant lequel ces propositions et toutes les autres pièces du dossier restent déposées au secrétariat de la mairie ;

2°. A communiquer ensuite le résultat de cette seconde enquête à M. l'ingénieur en chef, pour qu'il y joigne, au besoin, les observations, ou qu'il modifie, s'il y a lieu, ses premières propositions.

Ces mesures, monsieur le préfet, dont vous apprécierez sans doute, comme moi, tous les avantages, m'ont paru de nature à être généralisées avec succès, et je désire que vous les considériez désormais comme des formalités de rigueur. Toutefois, cette seconde enquête, de même que la première, n'atteindrait encore qu'imparfaitement le but que je me propose, de rendre l'instruction des affaires d'usines essentiellement contradictoire, si les parties intéressées

n'étaient mises en position de se faire une idée nette et précise de l'influence que pourra exercer sur le régime des eaux, soit le projet du demandeur, soit celui que MM. les ingénieurs seront d'avis d'y substituer.

La première condition à remplir, c'est que le projet du demandeur soit bien défini : toute demande exprimée en termes vagues ne peut être susceptible d'aucune suite. Il faut que le particulier en instance explique nettement dans sa pétition ce qu'il veut obtenir de l'autorité.

Dans la visite des lieux, MM. les ingénieurs devront s'attacher à rendre sensible aux yeux des parties intéressées, soit à l'aide d'un barrage provisoire construit aux frais du pétitionnaire, soit par des piquets de nivellement convenablement placés, la hauteur que pourront affecter les eaux après l'exécution des ouvrages projetés.

A la suite de cette visite, ils dresseront, en présence du maire et de toutes les parties intéressées dûment convoquées à l'avance, un procès-verbal dans lequel ils relateront fidèlement l'état ancien des lieux, le résultat des expériences faites par eux, et les observations produites par les parties présentes.

Lecture du procès-verbal devra toujours être donnée auxdites parties, qui seront invitées à le signer ou à déduire les motifs de leur refus.

Mention sera faite des parties absentes et de celles qui n'auraient voulu ni signer, ni déduire les motifs de leur refus.

Indépendamment de la levée ou de la vérification du plan des lieux, MM. les ingénieurs fourniront, tant en plan qu'en élévation, le détail de tous les ouvrages régulateurs des eaux, construits ou à construire, tels que vannes motrices, vannes de décharges, déversoirs, etc.

Enfin un profil en long et des profils en travers du terrain, suffisamment étendus, devront toujours faire connaître les relations du niveau des eaux retenues avec le relief des berges, ainsi qu'avec les points les plus bas des propriétés riveraines.

Je bornerai là mes indications : je n'ai point ici l'intention de rappeler toutes les opérations qui doivent constituer, dans cette matière, le travail de MM. les ingénieurs, mais simplement de fixer particulièrement leur attention

sur celles de ces opérations qui se rattachent plus directement au but que je me suis proposé dans cette lettre.

Je vous prie, monsieur le préfet, de veiller avec soin, pour ce qui concerne votre département, à l'exécution des mesures que je viens d'indiquer.

Veillez aussi m'accuser réception de la présente, dont j'adresse une ampliation à MM. les ingénieurs.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le conseiller d'état, directeur général des ponts et chaussées et des mines,

Signé LEGRAND.

Paris, 30 novembre 1834.

Instruction des demandes ayant pour objet la renonciation à une concession de mines, ou la réduction de l'espace superficiel concédé.

Monsieur le préfet, quelques incertitudes existent au sujet de l'instruction que doivent subir les demandes qui ont pour objet la renonciation à une concession de mines ou la réduction de l'espace superficiel concédé; il m'a paru nécessaire d'indiquer la marche à suivre d'après les principes posés par la loi du 21 avril 1810.

Cette loi n'a pas spécifié de règles explicites pour les circonstances dont il s'agit, mais la nature des choses indique que les formalités qui ont précédé l'institution des concessions doivent être remplies également quand il est question d'annuler ces concessions ou de leur donner de nouvelles limites.

Dans le premier cas, il faut que le propriétaire du sol soit prévenu que le gîte minéral situé sous son terrain est demandé en concession, et qu'une sorte de servitude va peser sur sa propriété; il faut aussi avertir tous les tiers qui peuvent avoir des titres à faire valoir sur la mine. La loi ordonne des affiches de quatre mois, afin que les uns et les autres soient en mesure de présenter leurs réclamations. Un pareil laps de temps doit être donné lorsque le concessionnaire se propose de délaisser tout ou partie de l'étendue qui lui a été concédée. Il est possible que d'autres personnes aient l'intention d'y entreprendre de nouveaux travaux, et d'y obtenir une concession; il peut aussi exister des créanciers simples et des créanciers privilégiés qui aient pris des hypothèques sur la mine, aux termes des articles 19 et 20 de la loi de 1810. Il est indis-

pensable que chacun soit mis à même d'être entendu; et sous tous ces rapports des publications et affiches de quatre mois, dans les lieux et suivant les formes indiqués par la loi, sont nécessaires.

Dans quelques occasions on s'est appuyé, pour n'exiger que deux mois d'affiches, sur l'article 2194 du Code civil, qui fixe à cette durée les publications au moyen desquelles l'acquéreur d'un immeuble peut purger les hypothèques non inscrites; mais la parité n'est pas complète entre la vente d'un immeuble et la renonciation à une concession, et il convient de ne point s'écarter des formes particulières que la loi spéciale sur la matière a déterminées.

Indépendamment de cette publicité donnée à la demande, il faut, pour que la renonciation à la totalité ou à une partie de la concession puisse être acceptée par le gouvernement, que le concessionnaire justifie que la mine n'est pas devenue le gage d'autrui, et qu'à cet effet il produise un certificat du conservateur des hypothèques, constatant qu'aucune inscription n'existe sur cette mine, ou du moins le consentement des personnes inscrites à lever leurs hypothèques, ou à les restreindre à la portion du gîte qu'il entend conserver.

En outre, ainsi que l'indique l'instruction ministérielle du 3 août 1810, il importe, pour la sûreté publique et la sécurité des propriétaires de la surface, qu'au moment de l'abandon, la situation des travaux soit constatée par une description exacte. Le concessionnaire doit donc fournir, à l'appui de sa demande, un état descriptif et un plan des ouvrages souterrains qui ont été exécutés depuis l'époque de la concession. Ces documents et ce plan ont dû être constamment tenus à jour pendant toute la durée de l'exploitation, d'après les clauses et conditions du cahier des charges; leur production est indispensable.

Si pendant l'instruction il survient des oppositions ou réclamations, elles doivent être reçues à la préfecture, et notifiées au concessionnaire, comme cela est prescrit par l'article 26 de la loi.

Les ingénieurs des mines sont ensuite consultés; puis MM. les préfets donnent leur avis, suivant ce qui est indiqué dans l'article 27, et ils me le transmettent avec les rapports des ingénieurs, et toutes les pièces produites, pour qu'il soit statué par une ordonnance royale délibérée en conseil d'état.

Telles sont, monsieur le préfet, les règles qu'il y aura lieu de suivre lorsque des circonstances de la nature de celles qui font l'objet de cette circulaire se présenteront dans votre département.

Je vous invite à m'accuser la réception de la présente, dont j'adresse une ampliation à MM. les ingénieurs des mines.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le conseiller d'état, directeur général des
ponts et chaussées et des mines,

Signé LEGRAND.

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME VI.

GÉOLOGIE ET MINÉRALOGIE.

	Pages.
Notice statistique et géologique sur le terrain à anthracite du Maine; par M. <i>Ed. Blavier</i> , ingénieur des mines	49
Seconde lettre sur le terrain de transition de Normandie; par M. <i>Hérault</i> , ingénieur en chef des mines.	97
Rapport sur le terrain présumé salifère de Fourtoul et Sougraigne (Aude); par M. <i>Vène</i> , ingénieur des mines	165
Observations sur l'Estramadure et le nord de l'Andalousie, et essai d'une carte géologique de cette contrée; par M. <i>F. Le Play</i> , ingénieur des mines.	
1 ^{re} . partie.	297
2 ^e . partie et fin.	477
Note sur un gîte d'étain nouvellement découvert à <i>La Villeder</i> (Morbihan); par MM. <i>Ed. Blavier</i> et <i>T. Lorieux</i> ingénieurs des mines.	381
Mémoire sur les terrains tertiaires du bassin du midi de la France; par M. <i>Dufrénoy</i> , ingénieur en chef des mines (1 ^{re} . partie).	417

EXTRAITS DE JOURNAUX (TRAVAUX DE 1833-1834-)

1. Cristallisation de la glace; par <i>D. Brewster</i>	233
2. Sur les fluides disséminés dans les cavités des minéraux.	233
3. Ilménite; par <i>H.-J. Brooke</i>	235

	Pages.
4. OEscheniste; par <i>H.-J. Brooke</i>	236
5. Sarcolite du Vésuve; par <i>H.-J. Brooke</i>	236
6. Forme primitive de la wollastonite; par <i>H.-J. Brooke</i>	237
7. Mengite; par <i>H.-J. Brooke</i>	238
8. Xanthite, nouveau minéral.	239
9. Monticellite, nouvelle espèce minérale; par <i>H.-J. Brooke</i>	240
10. Zoïsite; par <i>H.-J. Brooke</i>	241
11. Sur la cristallisation du sulfate de plomb et de cuivre; par <i>H.-J. Brooke</i>	242
12. Observations sur l'ouralite; par <i>G. Rose</i>	243
13. Sur la réunion du pyroxène et de l'amphibole en une seule espèce; par <i>Gloger</i>	243
14. Recherches sur le spinelle et les minéraux de composition analogue; par <i>Hermann Abich</i>	244
15. Phénakite, nouvelle espèce minérale; par <i>Nordenskiöld</i>	253
16. Sur les caractères et le gisement du diaspore dans l'Oural; par <i>K.-D. Fiedler</i>	254
17. Pyrophyllite, nouvelle espèce minérale; par <i>K.-D. Fiedler</i>	255
18. Alun sodique; par <i>Thomson</i>	256
19. Carbonate de plomb zincifère; par <i>C. Kersten</i>	257
20. Grenat blanc de Tellemarken.	257
21. Sur le mélanochroïte; par <i>R. Hermann</i>	258
22. Litharge naturelle du Mexique.	259
23. Cristallisation du plagionite, nouveau minéral d'antimoine; par <i>G. Rose</i>	259
24. Cristallisation du fer métallique; par <i>Walker</i>	262
25. Fer oxidulé magnésien; par <i>A. Breithaupt</i>	263
26. Cuivre arseniaté bleu.	263
27. Sur le danaïte, nouveau minéral de fer et de cobalt; par <i>A. Hayer</i>	264
28. Hypochlorite de Schneeberg; par <i>G. Schuler</i>	265
29. Gisement des diamans en Sibérie.	265

	Pages.
30. Sur le graphite de Ceylan et plusieurs autres graphites; par <i>J. Prinsep</i>	266
31. Description d'une impression de feuille sur galène; par <i>F. Perl</i>	267
32. Sur la forme cristalline du silberkupferglanz et le poids atomique de l'argent; par <i>G. Rose</i>	268
33. Sur les combinaisons cristallisées d'osmium et d'iridium qui se rencontrent dans l'Oural; par <i>G. Rose</i>	270
34. Description de la junckerite, ou fer carbonaté prismatique, nouvelle espèce minérale; par <i>M. Dufrénoy</i> , ingénieur en chef des mines.	273

MINÉRALURGIE.

Notice sur les creusets puisards des hauts-fourneaux à fer; par <i>M. L. Gruner</i> , aspirant ingénieur des mines	31
Notice sur des expériences relatives à l'emploi de l'air chaud dans les forges de serrurerie; par <i>M. Le-cocq</i> , aspirant ingénieur des mines.	37
Notice sur l'amalgamation des minerais aurifères dans les provinces autrichiennes (extrait d'un journal de voyage de MM. <i>Foy, Harlé</i> et <i>Gruner</i> , aspirans-ingénieurs des mines).	105
Notice sur les mines de bitume et sur la fabrique de ciment asphaltique de Pyrimont (Ain); par <i>M. Puvis</i> , ingénieur en chef des mines.	179
Note sur une nouvelle méthode employée à Freyberg pour réduire les litharges; par <i>M. Harlé</i> , aspirant ingénieur des mines.	189
Notice sur l'emploi du bois en nature dans le haut-fourneau de <i>Plons</i> près de Sargans (St.-Gall), et sur l'application du vent chaud aux foyers d'affinerie de <i>Laufen</i> et de <i>Königsbronn</i> (Wurtemberg); par <i>M. Combes</i> , ingénieur des mines.	451
Note sur les produits du haut-fourneau de <i>Plons</i> ,	

près de Sargans (St.-Gall); par M. P. Berthier, ingénieur en chef des mines. 461

MÉCANIQUE. — EXPLOITATION.

Recherche de la puissance mécanique consommée par le tirage à froid du fil de fer dans les filières; par M. Payen, ingénieur des mines.	3
Notice sur la construction des puits de mines et sur la méthode dite <i>quaffering</i> d'arrêter les sources qu'ils traversent; par M. Hammond, ingénieur civil, directeur des mines du Vigan (Gard). . .	17
Mémoire concernant de nouvelles expériences sur le frottement, faites à Metz en 1832; par M. Morin, capitaine d'artillerie (Extrait par M. Boulanger, aspirant-ingénieur des mines).	73
Mémoire sur les travaux qui ont été exécutés dans le département de la Meurthe, pour la recherche et l'exploitation du sel gemme; par M. J. Levallois, ingénieur des mines (suite).	119
<i>Id.</i> (suite et fin).	281
Notice sur le percement du canal souterrain de Buret, au point de partage du canal de Meuse et Moselle (Luxembourg); par M. Bidaut, sous-ingénieur des mines à Namur (<i>extrait</i>).	389
Mémoire sur un syphon en bois, de grandes dimensions, construit en 1825 à la mine de plomb et argent de Huelgoat (Finistère); par M. Nailly, ancien élève des écoles polytechnique et des mines. . . .	399

MELANGES.

Instruction sur la manière d'employer le plâtre comme amendement dans la culture des prairies artificielles, et sur les avantages qu'on peut en tirer; par M. Thibaud, ingénieur des mines. .	193
---	-----

Observations sur les dépôts tuberculeux des conduites d'eau de Grenoble (Isère)	203
10. Rapport sur la situation des conduites d'eau des fontaines de Grenoble; par MM. Crozet, Chaper, Vicat, Corrière, Gueymard et Breton (<i>extrait</i>).	203
2°. Mémoire sur les oxidations locales et tuberculeuses du fer; par M. Payen (<i>extrait</i>).	209
3°. Observations sur la production des tubercules ferrugineux, dans les tuyaux des fontaines de la ville de Grenoble; par M. J. Fournet (<i>extrait</i>).	214
4°. Note sur les obstructions tuberculeuses de la conduite d'eau de Grenoble; par M. S. Gras, ingénieur des mines.	224
Notice nécrologique sur F. P. N. Gillet de Laumont, ancien inspecteur général au corps royal des mines, par M. le vicomte Héricart de Thury, inspecteur général des mines.	523

ADMINISTRATION. — JURISPRUDENCE DES MINES.

Droit administratif.	531
Ordonnances du roi et décisions diverses, concernant les mines, rendues pendant le 1 ^{er} . semestre de 1834.	537
Décisions concernant le personnel des mines	582
Circulaires	585

Tables des matières contenues dans le tome VI. . . .	601
Explication des planches jointes au tome VI.	606
Errata des tomes V et VI.	608
Annonces d'ouvrages relatifs à l'art des mines, publiés en France et à l'étranger, pendant l'année 1834.	i-xij

PLANCHES JOINTES AU TOME VI.

	Pages
<i>Pl. I.—Construction des puits de mines.—Méthode dite Quaffering.</i>	17
<i>Fig. 1, 2.... 11 et 12. Suite des travaux à exécuter dans divers cas pour construire le Quaffering.</i>	18
<i>Fig. 13, 14.... 17 et 18. Détails.</i>	19
<i>Pl. II.— Traitement du fer.</i>	31 et 37
<i>Fig. 1 et 2. Creuset-puisard de Malapane (Silésie) et de Rübeland (Hartz).</i>	32
<i>Fig. 3 et 4. Creuset-puisard de Colonowska et de Halupkan (Bohême)</i>	34
<i>Fig. 5, 6, 11 et 12. Détails sur l'appareil employé pour chauffer l'air destiné au soufflage d'une forge de serrurerie.</i>	47
<i>Pl. III.— Amalgamation des minerais aurifères.</i>	105
<i>Fig. 1 et 2. Moulins d'amalgamation de Zell (Tyrol).</i>	105
<i>Fig. 3, 4, 5, 6 et 7. Moulins d'amalgamation du Bockstein (Salzburg).</i>	108
<i>Fig. 8. Mécanisme employé pour mettre en mouvement les tables à secousse du Bockstein.</i>	108
<i>Fig. 9. Grande roue hydraulique du Bockstein.</i>	118
<i>Pl. IV.— Exploitation du sel gemme à Dieuze (Meurthe)</i>	119
<i>Fig. 1. Projection verticale des puits, et coupe des terrains salifères qu'ils traversent.</i>	124
<i>Fig. 2. Coupe horizontale au niveau de la galerie du puisard</i>	128
<i>Fig. 3. Plan général de l'exploitation de la onzième couche de sel.</i>	145
<i>Fig. 4. Coupe suivant la galerie principale pratiquée dans la onzième couche.</i>	145

	Pages.
<i>Fig. 5, 6.... 9 et 10. Détails de boisage.</i>	126
<i>Fig. 11, 12 et 13. Détails d'outils.</i>	148

Pl. V.—Observations sur l'Estramadure et le nord de l'Andalousie. 297

— Essai pour servir au tracé d'une carte géologique de l'Estramadure et de plusieurs districts des provinces limitrophes.	323
---	-----

Pl. VI.—Observations sur l'Estramadure et le nord de l'Andalousie. 297

<i>Fig. 1. Coupe d'Almaraz à Cordoue, par Truxillo, Logrosan, Talarrubias et Almaden.</i>	311
<i>Fig. 2. Coupe de Cordoue à Badajoz, par Espiel, Hinojosa, Castuera, Quintana et Lobon.</i>	312
<i>Fig. 3. Coupe de Badajoz à Cacerès, par Albuquerque et Malpartida, et de Cacerès à Zalamea, par Montanchés et Orellana.</i>	312
<i>Fig. 4. Coupe de Séville à Almaden, par le Pedroso, Guadalcanal, Llerena, et Benalcazar.</i>	312
<i>Fig. 5, 6, 7 et 8. Altération des terrains granitiques de Malpartida, près de Cacerès</i>	330
<i>Fig. 9. Panorama des montagnes qui entourent les pâturages de la Serena</i>	308
<i>Fig. 10. Infiltrations d'euphotides dans le calcaire d'eau douce de Badajoz</i>	356
<i>Fig. 12, 12 et 13. Epure du croisement de deux systèmes de soulèvement.</i>	501
<i>Fig. 14, 15 et 16. Soulèvement des montagnes contemporaines.</i>	510

Pl. VII.—Observations sur l'Estramadure et le nord de l'Andalousie. 297

<i>Fig. 1. Cordoue et plaine tertiaire d'Andalousie, au pied de la Sierra Morena.</i>	312
<i>Fig. 2. Castillo d'Almocho, près de Benguerencia, dans la grande chaîne de Quartzites de Cabeza del Buey.</i>	319
<i>Fig. 3. Sierra d'Almaden; situation des mines de mercure.</i>	321

	Pages.
<i>Fig. 4.</i> Plateaux de montagne, à l'est des forges du Pedroso (Sierra-Morena)	313
<i>Fig. 5.</i> Collines dolomitiques de Badajoz, dans la plaine tertiaire du Guadiana.	354
<i>Fig. 6.</i> Plaine d'Andalousie et Sierra-Morena, près de Séville.	312
 <i>Pl. VIII. — Géologie. — Minéralogie.</i>	 165 et 233
<i>Fig. 1, 2, 3 et 4.</i> Description du terrain salifère de de Fourtou et Sougraigne (<i>Aude</i>).	165
<i>Fig. 5, 6, 15 et 16.</i> Extraits de journaux. — Formes cristallines de diverses substances minérales.	233
 <i>Pl. IX. — Syphon en bois, pour l'épuisement d'un étang à Huelgoat (Finistère).</i>	 399
<i>Fig. 1.</i> Projection verticale du syphon sur une coupe faite suivant l'axe du vallon de l'étang.	399
<i>Fig. 2.</i> Projection verticale du syphon sur une coupe faite dans l'étang par un plan perpendiculaire à l'axe du vallon	400
<i>Fig. 3.</i> Plan de la branche ascendante du syphon avec l'échelle et la herse qui la supportent.	407
<i>Fig. 4.</i> Plan de l'échelle.	407
<i>Fig. 5.</i> Mode d'assemblage des tuyaux.	409
<i>Fig. 6.</i> Coupe du toit qui recouvre la branche descendante	409
 <i>Pl. X. — Terrains tertiaires du Midi de la France.</i>	 417
<i>Fig. 1.</i> Différence de niveau des deux rives de la Garonne à la hauteur de Bordeaux.	424
<i>Fig. 2.</i> Superposition transgressive de l'étage moyen sur l'étage inférieur sur la rive droite de la Dordogne	432
<i>Fig. 3.</i> Coupe de la vallée de la Garonne à celle de l'Adour.	445
<i>Fig. 4.</i> Superposition du calcaire d'eau douce sur le calcaire grossier près de Blaye.	427
<i>Fig. 5, 6 et 7.</i> Détails sur le calcaire grossier.	434

Pl. XI. — Emploi du vent chaud dans les foyers d'affinerie de Laufen (Wurtemberg). 462

<i>Fig. 1.</i> Projection horizontale de l'appareil à chauffer le vent	466
<i>Fig. 2.</i> Projection verticale de l'appareil.	466
<i>Fig. 3.</i> Coupe verticale de l'appareil.	466
<i>Fig. 4.</i> Détail de la caisse à air qui permet d'introduire à volonté du vent chaud ou froid dans le foyer	466

FIN DU TOME SIXIÈME.

ERRATA DES TOMES V ET VI.

PAGES.	LIGNES.	AU LIEU DE	LISEZ :
TOME V.			
678	dernière	... page 13	page 712
679	dernière	... page 14	page 714
712	26	30 novembre 1833	5 décembre 1833
741	21	... Poblet	Pollet
751	dernière	... page....	page 716
TOME VI.			
26	32-33	partout. Quelque soit l'abondance des eaux à traverser, il n'y a que	partout, quelle que soit l'abondance des eaux à traverser. Il n'y a que
27	9	... 5 p. 100	50 p. 100
30	18	... 72 chevaux	80 chevaux
273	31	... carb onaté	carbonaté
273	32	... ont l'angle	dont l'angle
278	2 en rem.	... avec la silice	avec l'alumine
341	26	... phyllage.	phyllade
341	27-28	... ma tière.	ma- tière
369	15	... miriamètres	myriamètres

NOVEMBRE-DÉCEMBRE 1834.

MÉMOIRE sur les chemins vicinaux de la France; par *J.-B. Eymer*, in-folio de 5 feuilles, plus un tableau. — Imprimerie de Lanefranque, à Bordeaux.

DISSERTATION sur le lac de Paladru et sur la ville d'Ars, engloutie par ce lac dans l'ancienne province du Dauphiné, arrondissement de La Tour-du-Pin; par *J. Tripier*. — Impr. de Baratier, à Grenoble.

STATISTIQUE GÉNÉRALE du département des Pyrénées-Orientales; par *M. Raymond Izern*, de Perpignan. — Paris, chez Arthus, passage Colbert, 4. 5 fr.

DE LA LOCOMOTION sur les routes en fer. Nouveau système de construction de plans inclinés des routes en fer, et nouveau mode de tracé général de ces routes sous le rapport de leurs inclinaisons; par *M. Surville*, in-8°. de 6 feuilles trois quarts, plus un plan. — Paris, chez Carilian-Gœury. 3 fr.

MANUEL complet du travail des métaux, traduit de l'anglais du *D^r. Lardner*; 2 vol. in-8°, ensemble 16 feuilles et demie, plus 8 planches. — Paris, chez Roret.
Prix. 6 fr.

ÉLÉMENTS de CRISTALLOGRAPHIE; par *M. G. Rose* de Berlin; traduit de l'allemand par *M. V. Regnault*; in-8°. de 17 feuilles un quart, plus un atlas de trois quarts de feuille et 10 planches. — Paris, chez F. Didot. . 5 fr.

VOYAGE autour du monde à la recherche de la Pérouse; par *M. Dumont d'Urville*, tome V, 2^e. partie. — Paris, chez Roret. Prix de chaque livraison. . . 5 fr.

VOYAGE en Égypte, en Nubie et lieux circonvoisins depuis 1805 jusqu'en 1829, par *J. J. Rifaud*, livr. 24 et 25 - Impr. de Crapelet, Paris.

ANGLETERRE.

Année 1834.

- ALLAN'S (Rt.) Manual of Mineralogy, 8vo. o l. 10 s. 6 d.
 ANDERSON'S (G. - P.) Guide to the Highlands, etc., of
 Scotland, 8vo. ol. 16 s. 0 d.
 BARROW'S (J.) Excursion in the north of Europe, sm.
 8vo. ol. 2 s. 0 d.
 BOASE'S Treatise on Primary Geology, 8vo. . ol. 12 s. 0 d.
 BOID'S Description of the Azores, 8vo. . . ol. 12 s. 0 d.
 BOWRING'S Commerce of France and Great Britain, folio.
 ol. 14 s. 0 d.
 COLE'S Answer to Sedgwick on Geology, 8vo.
 ol. 5 s. 0 d.
 CONOLLY'S Journey to the North of India, 2 vol. 8vo.
 1 l. 8 s. 0 d.
 COOK'S Schetches in Spain, 2 vol. 8vo. . 1 l. 1 s. 0 d.
 DELABECHE'S Researches in Theoretical Geology, fcap.
 ol. 8 s. 6 d.
Description of South Australia, 18mo. . . ol. 2 s. 6 d.
 GELL'S Topography of Rome and its Vicinity, 2 vol. 8vo.
 1 l. 8 s. 0 d.
 GOBAT'S Three years' Residence in Abyssinia, sm. 8vo.
 ol. 7 s. 6 d.
 GRAHAME. On Railways, Canals and Roads, pt. 1, 8vo.
 ol. 5 s. 0 d.
 GUTZLAFF'S Voyages along the coast of China, 1831 —
 1833, sm. 8vo. ol. 8 s. 0 d.
 HAWKINS'S Memoirs of Ichthyosauri and Plesiosauri,
 fmp. folio. 2 l. 10 s. 0 d.
 LEE'S (J.) Contributions to Geology, 8vo. . ol. 18 s. 0 d.

- LINDLEY and HUTTON'S Fossil Flora of Great-Britain,
 vol. 11, pt. 1, 8vo. 1 l. 2 s. 0 d.
 MAMMATT'S Geological Facts of Ashby coal Field, roy.,
 4 to. 3 l. 3 s. d.
 MOSELEY'S Mechanics applied to the Arts, 8vo.
 ol. 6 s. 0 d.
 PHILIPPS'S (J.) Guide to Geology, 12mo. . . ol. 5 s. 0 d.
 PRICE'S Tour in Norway, 4to. 3 l. 13 s. 6 d.
 SCHOOLCRAFT'S Expedition through the upper Missis-
 sippi, etc., 8vo. ol. 12 s. 0 d.
 SIMMS. On Mathematical Instruments, 8vo. ol. 5 s. 0 d.
 SOMERVILLE. On the Connexion of the Physical sciences,
 18mo. ol. 7 s. 6 d.
 WARRINGTON'S Chemical Tables, (oblong). . ol. 3 s. 0 d.
 WHEWELL'S Treatise on Dynamics, pt. 2 8vo.
 ol. 12 s. 6 d.
 WINNING'S Essays on the Antediluvian age, 8vo.
 ol. 6 s. 6 d.

ALLEMAGNE.

(*Ouvrages qui ont été vendus en Allemagne dans le
 premier semestre de 1834.*)

- DULK. Synoptische Tabelle über die Atomgewichte der einfachen und
 mehreren zusammengesetzter Körper (13 feuilles). Leipzig.
 22 $\frac{1}{2}$ s.
 FECHNER. Repertorium der neuen Entdeckungen in der organischen
 Chemie (2^e. volume, 47 fr. in-8^o. avec planche).
 Leipzig. 3th. 26 $\frac{1}{2}$ s.
 KOEHLER. Die Chemie in technischer Beziehung (in-8^o.
 de 14 $\frac{1}{2}$ feuilles). Berlin. 0th. 26 $\frac{1}{2}$ s.

- MEISSNER. Chemische Oeivalenten; oder Atomenlehre (2 vol. in-8°. de 43 $\frac{3}{4}$ feuilles). Vienne. . . . 4th. 0^{sg}.
- Mineralquelle (die), und die Badeanstalt bei hohenstein, Topographisch, Physikalisch-chemisch, etc. beleuchtet (in-12, 3 $\frac{1}{2}$ feuilles et une vue). Berlin. 0th. 5^{sg}.
- MITSCHERLICH. Lehrbuch der Chemie (2^e. édit. 1^{er}. vol. 1^{re}. et 2^e. part., in-8°. 43 $\frac{1}{2}$ feuilles avec beaucoup de gravures en bois). Berlin. 3th. 15^{sg}.
- MUCHAR. Das Thal und Warmbad Gastein nach allen Beziehungen und Merkwürdigkeiten, etc. dargestellt für Mineralogen, Metallurgen, Botaniker und für Freunde der hochromantischen Alpennatur (in-8°. 22 $\frac{1}{2}$ feuilles, avec une carte et deux vues lithographiées). Grätz. 1th. 20^{sg}.
- PRECHTL. Technologische Encyclopädie, oder alphab. Handbuch der Technologie, der technischen Chemie und des Maschinenwesens (5^e. vol., in-8°. de 40 feuilles, avec les planches 86-101). Stuttgart. 3th. 15^{sg}.
- ROSE H. Handbuch der analytischen Chemie (3^e. édit. 2^e. vol. in-8°. de 39 feuilles). Berlin. . . . 3th. 22 $\frac{1}{2}$ ^{sg}.
- (Son portrait d'après nature). 0th. 22 $\frac{1}{2}$ ^{sg}.
- WACKENRODER. Chemische Tabellen zur Analyse der unorganischen Verbindungen (3^e. édit. augment. in-fol. de 5 feuilles). Jena. 1th. 0^{sg}.
- AGASSIZ. L. Recherches sur les poissons fossiles, comprenant une introduction à l'étude de ces animaux, etc., etc., et la description de 500 espèces qui n'existent plus, et dont on a rétabli les caractères d'après les débris contenus dans les couches de la terre. (Tome 1^{er}. in-4°. 12 $\frac{1}{2}$ feuilles avec 24 planches coloriées en partie.) Neuchâtel 8th. 20^{sg}.
- ARNDTS. A. W. S. Abhandlungen der Gebiete der Mine-

- ralogie und Technologie (in-8°. 23 $\frac{3}{4}$ feuilles avec une lithogr.). Elberfeld. 1th. 25^{sg}.
- GOLDFUSS. A. Petrefacta Germaniæ quæ in museo Universit. regiæ, Borussiae Fridericiæ Wilhelmiæ Rhenanæ servantur, etc., iconibus et descriptionibus illustrata (1^{re}. partie, 4^e. livr. in-fol. 20 $\frac{1}{2}$ feuilles avec 24 pl.). Dusseldorf. 10th. 0^{sg}.
- KEFERSTEIN. CH. Die Naturgeschichte des Erdkörpers u ihren ersten grundzügen dargestellt (Physiologie der erde, Geognosie, Geologie und Paläontologie (2 vol. in-8°. 81 $\frac{1}{2}$ f.). Leipzig. 5th. 15^{sg}.
- KUHN K. A. Handbuch der Geognosie; Mit Rücksicht auf die Anwendung dieser Wissenschaft auf den Betrieb den Bergbaues bearbeitet (1^{er}. vol. in-8°. 64 $\frac{1}{2}$ feuilles avec une lithograph.). Freyberg. 4th. 15^{sg}.
- KUPFFER. Voyage dans les environs du mont Elbrouz, dans le Caucase, entrepris par ordre de S. M. l'Emp. en 1829, rapp. à l'Acad. I. des sciences de St.-Petersbourg (in-4°. 16 feuilles avec une planche). — St.-Petersbourg, 1830. 1th. 10^{sg}.
- FRÖBEL J. und O. Heer. Mittheilungen aus dem Gebiete der theorischen Erdkunde (1^{er}. cahier, in-8°. 7 $\frac{3}{4}$ feuilles). Zurich. 0th. 20^{sg}.
- PARROT. G. F. Mémoire concernant de nouveaux moyens de prévenir tous les accidens qui ont lieu dans les machines à vapeur (in-4°. 3 $\frac{1}{2}$ feuilles et planche). — St.-Petersbourg, 1829 0th. 27 $\frac{1}{2}$ ^{sg}.
- SMERLING. D. P. C. Recherches sur les ossemens fossiles découverts dans les cavernes de la province de Liège. (T. 1^{er}. 2^e. livr. in-4°. 11 $\frac{3}{4}$ feuilles avec 41 pl.) — Liège, 1833. 6th. 15^{sg}.
- WITHAM. H. Observations on fossil vegetables, accompa-

(x)

- nied by representations of their internal structure as seen through the microscope (in-4°. 6 $\frac{1}{2}$ feuilles).—Edimbourg, 1831 3th. 0^{sg}.
- ZIETEN. C. H. Les Pétrifications du Wurtemberg (français et allemand) (11°. et 12°. livr., in-fol. 6 $\frac{1}{2}$ feuilles et 12 pl. color.). Stuttgart. 1th. 22 $\frac{1}{2}$ 5^{sg}.
- ZIMMERMANN. C. Das harzgebirge, in besonderer Beziehung auf Natur und gewerbskunde (2 vol. in-8°. , 39 $\frac{3}{4}$ feuilles, avec 14 planches, 1 carte, etc.). Darmstadt. 4th. 0^{sg}.
- GROTE, C. Ueber ein Eisenbahnsystem für Deutschland (in-8°. 3 $\frac{1}{4}$ feuilles). Gottinguen. 0th. 7 $\frac{1}{2}$ 5^{sg}.
- Jahrbuch für den Berg und hüttenmann auf das Jahr 1834 (in-8°. 10 feuilles). Freyberg. 0th. 20^{sg}.
- SCHITKO. J. Beiträge zur Bergbaukunde insbesond. zur Bergmaschinenlehre : 2°. cahier (les machines à colonnes d'eau), (in-8°. de 10 feuilles, 9 pl.). Vienne. 1th. 22 $\frac{1}{2}$ 5^{sg}.
- BOWLES. Die Fabrikation des Glases nach den neuesten Erfindungen (in-8°. , 8 feuilles, 3 planches). Quedlinburg. 0th. 25^{sg}.
- HARTMANN. C. F. A. Lehrbuch des Eisenhüttenkunde (2°. partie) (in-8°. 21 $\frac{1}{4}$ feuilles, 10 pl.). Berlin. 3th. 0^{sg}.
- VOLLRATH. A. Die fabrikation des Mauns nach den neuesten Verbesserungen (in-8°. , 2 $\frac{1}{2}$ feuilles, 1 planche). Quedlinburg. 0th. 15^{sg}.

ITALIE.

- BIBLIOTECA ITALIANA (tome LXXVI; 1834) Milan; 12 livraisons par an. — Prix. 24 lir.
- Lettre sur le soulèvement de la colline de *Superga* (Piémont) page 449
- Récit d'une ascension au mont Blanc. page 320.

(xj)

- MEMORIE MATEMATICHE; par *L. Grupelli*, professeur au lycée de Come. — Milan : prix. 2lir. 50.
- ISTITUZIONI D'IDRAULICA TEORICO PRATICA; par *A. Cocconcelli*, professeur à l'université de Parme.—Prix. 3lir. 95.
- OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES SUR les deux îles Baléares, Majorque et Minorque; par le chevalier *A. de la Marmora*. — 1834, Turin.
- Rapport général sur les mines de l'*Argentière* et *Val di Castello*, vicariat de *Piedra Santa* en Toscane, et sur les travaux exécutés jusqu'au 30 juin 1834. (In-8°. de 5 feuilles, avec 5 planches lithographiées). Imprimerie de Sardi, à Livourne.

L'exploitation de ces mines, abandonnées depuis long-temps, vient d'être reprise par une société anonyme, autorisée, sous le nom d'*entreprise métallurgique*, par un décret du grand-duc de Toscane, en date du 18 janvier 1833. Cette exploitation a pour objet des filons de galène argentifère tenant depuis 0,00110 jusqu'à 0,00400 d'argent. Le minerai convenablement préparé est traité dans une usine qui contient un four à réverbère, 2 fourneaux à manche et un fourneau écossais.

Dans une première campagne du four à réverbère, on a obtenu 241 quintaux de plomb d'œuvre, tenant 0,005 d'argent et 213 quintaux de crasses riches à repasser au fourneau à manche.

Au 30 juin 1834, le capital de l'entreprise métallurgique s'élevait à 245.000 fr.

RUSSIE.

JOURNAL DES MINES. — St.-Petersbourg, 1834.

Indication des mémoires et notices concernant l'art des mines en Russie, insérés dans les 6 premières livraisons des *Annales des Mines* pour 1834.

Géologie et Minéralogie.

Observations géologiques sur les environs des usines de Zlostouste.

(xij)

Compte rendu de cinq missions données en 1833 pour la recherche des sables aurifères, des pierres précieuses et d'autres substances minérales, dans le district de Zlotouste.

Observations géologiques sur les environs des exploitations aurifères d'Ika.

Description géologique des exploitations aurifères de Kaminsk dans l'Altai.

Des progrès de l'exploitation des sables aurifères dans le gouvernement de Tomsk.

Gisement des pierres lithographiques dans les gouvernements de Kamieniec, de Podolski et de Vohlinie.

Sur les sources salées iodo-ferrifères de la chaîne de montagnes d'Ausk.

Découverte de minerais d'argent dans l'Oural.

Découverte de l'ambre jaune dans le gouvernement de Vilna (Lithuanie). — Description de l'ambre jaune trouvé dans les travaux de fortification de Brzese Litewski.

Minéralurgie.

Description des exploitations aurifères de Nertschinsk.

Emploi du bois pour le puddlage.

Notice sur l'usine d'argent de Konsberg (Norwège).

Quantité d'or et de platine extraite en 1833 de mines de l'Oural.

Production de l'or et du platine, pendant les 6 premiers mois de 1833, dans les usines de l'Oural.

Exploitation.

Remarques sur le percement des puits artésiens à Odessa, suivant la nouvelle méthode française.

qui traversent les Puits.

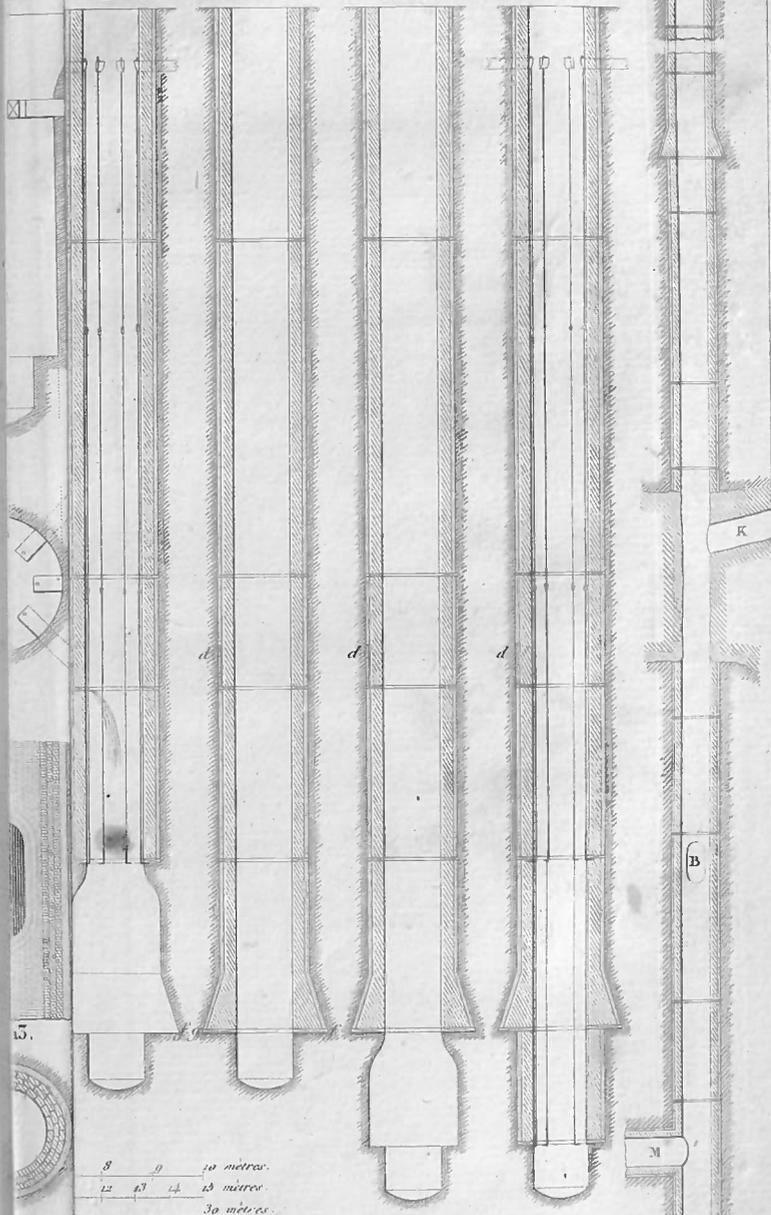
Fig. 8.

Fig. 9.

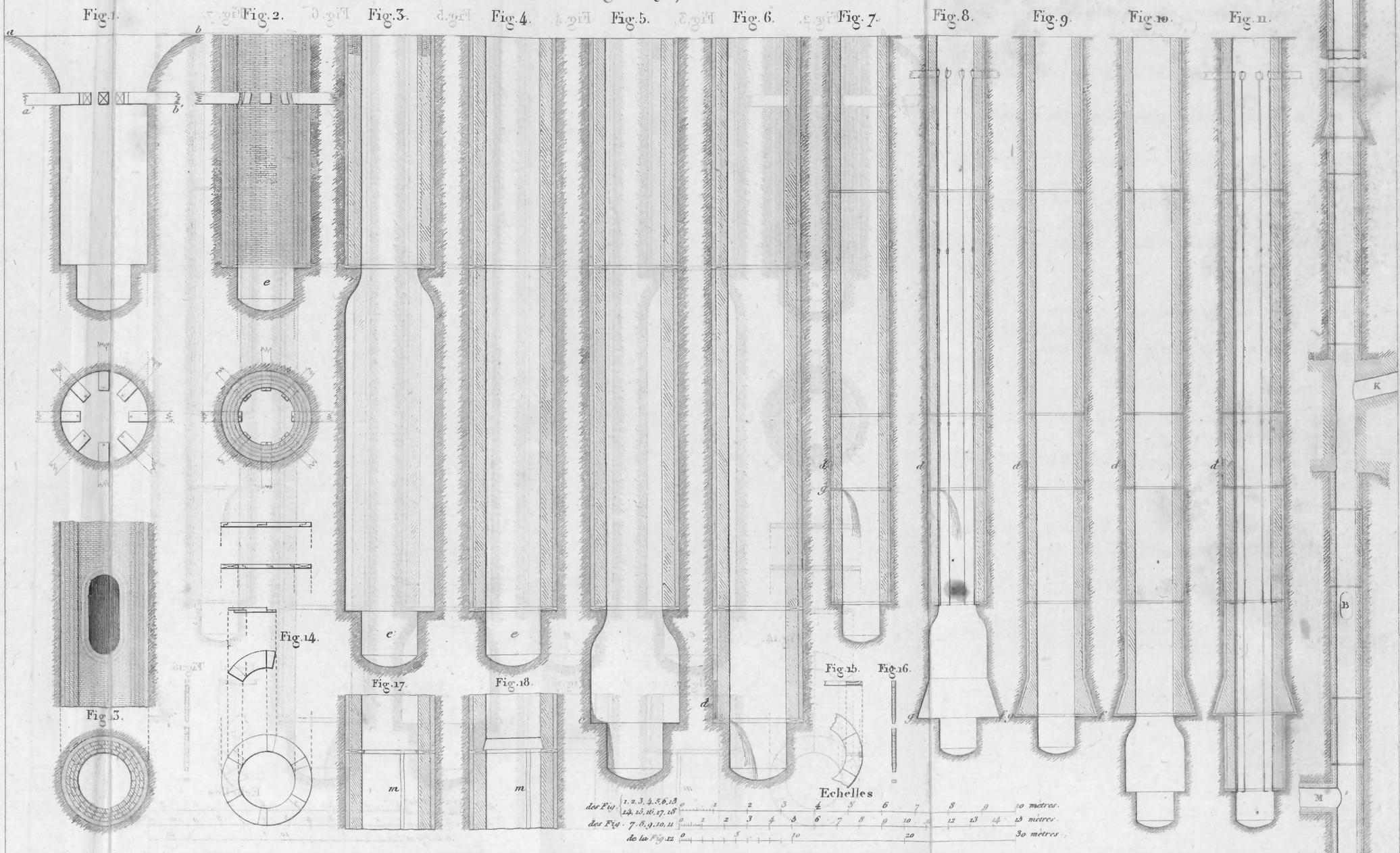
Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

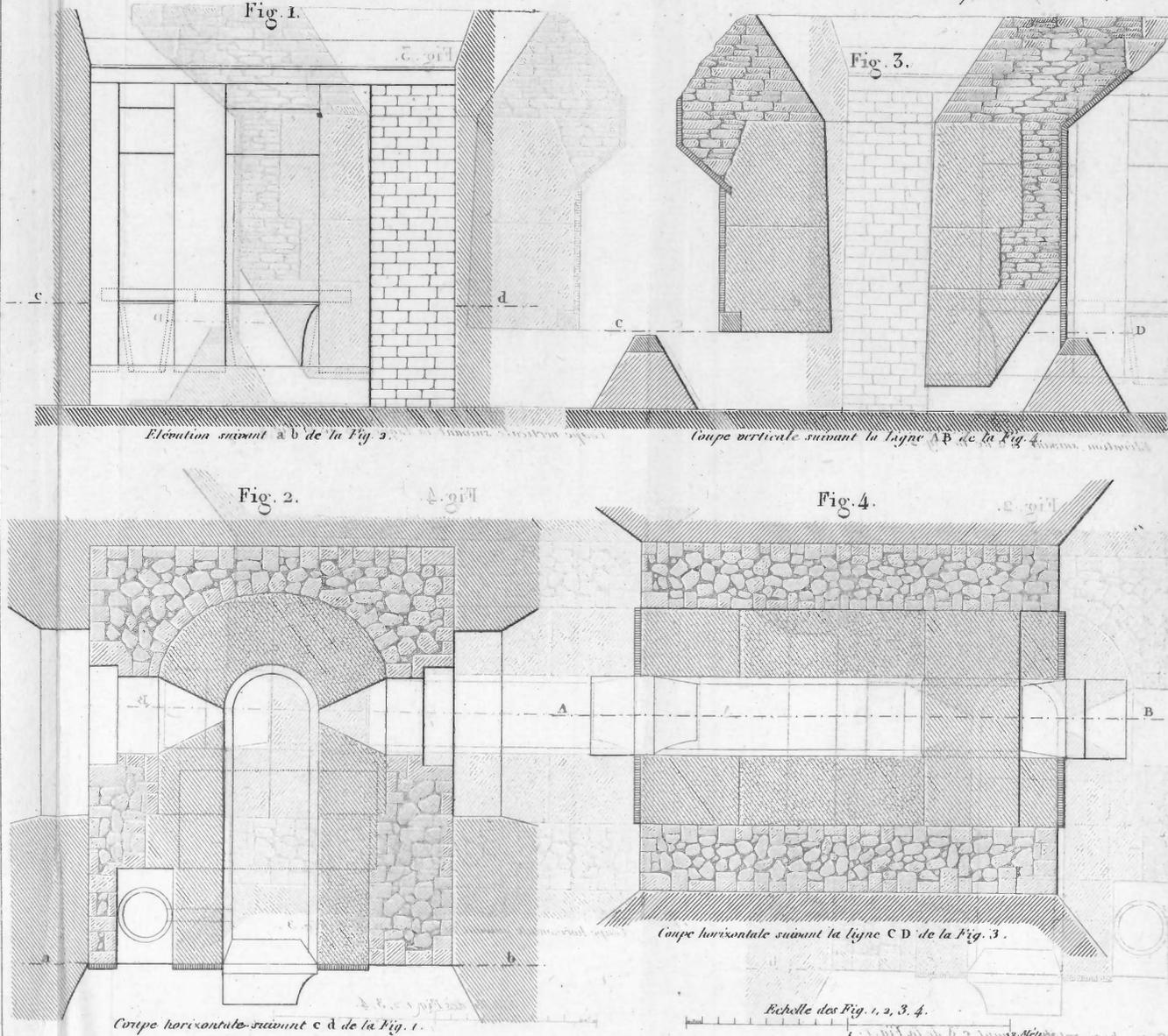


Méthode de muraillement dite Quaffering pour arrêter les sources qui traversent les Puits.



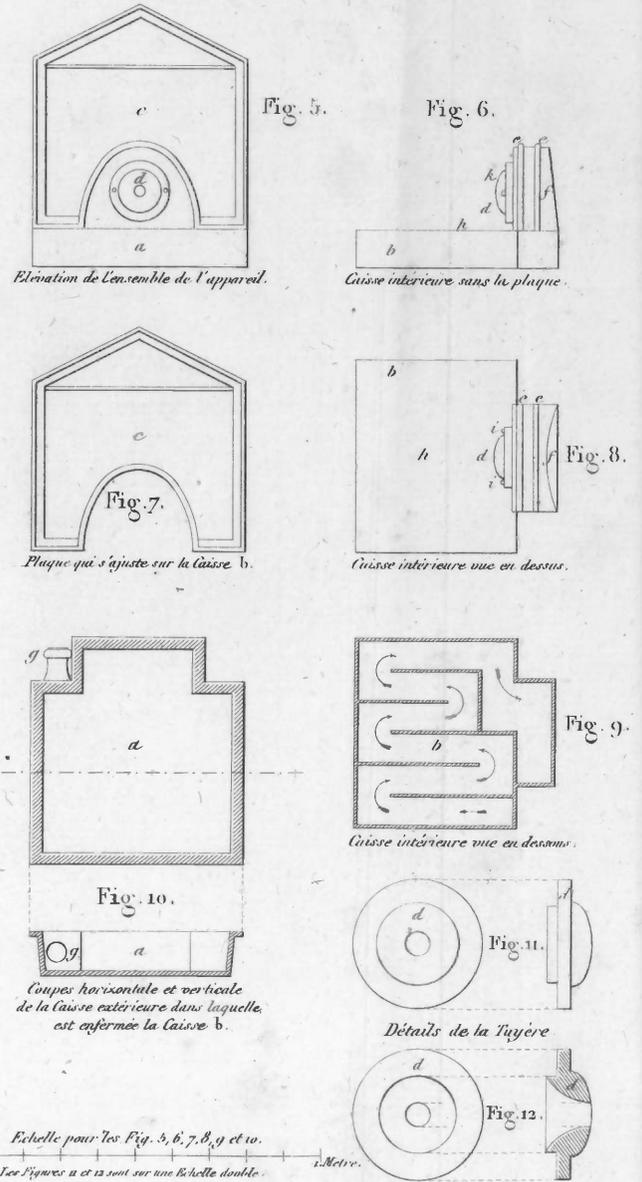
Crausets & Puitsards des hauts fourneaux à fer doux

Usine de Malagnon (Savoie) & de la Courmourette (Normandie) Usines de Colonowka et de Kraluphan (Bohême)

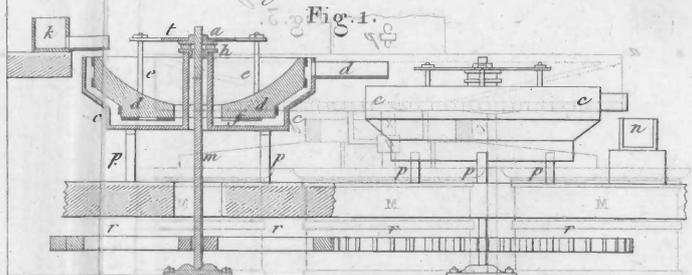


Emploi de l'air chaud dans les Forges de serrurerie.

Appareil pour chauffer l'air.

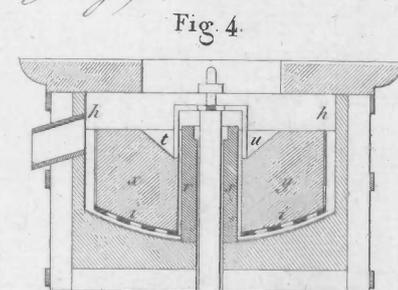
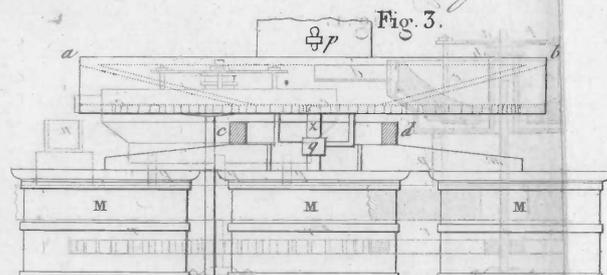


Moulins d'amalgamation de Zell (Tyrol)

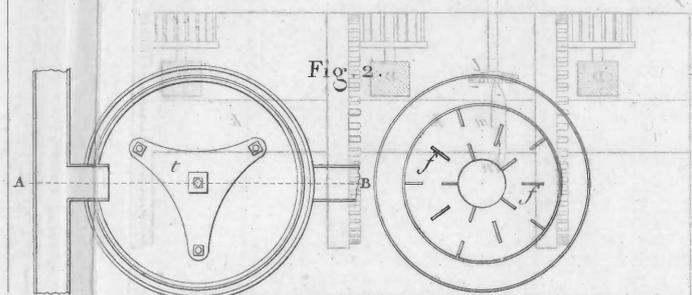


Coupe du moulin supérieur. Elevation du moulin inférieur.

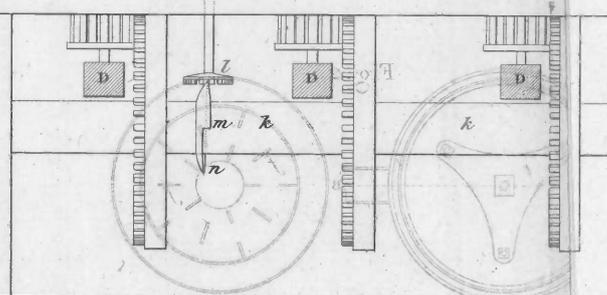
Moulins d'amalgamation du Bockstein (Salzburg)



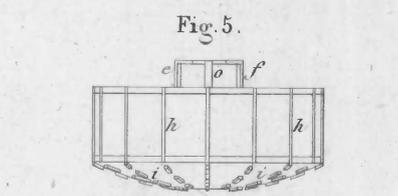
Coupe de la meule et de son enveloppe.



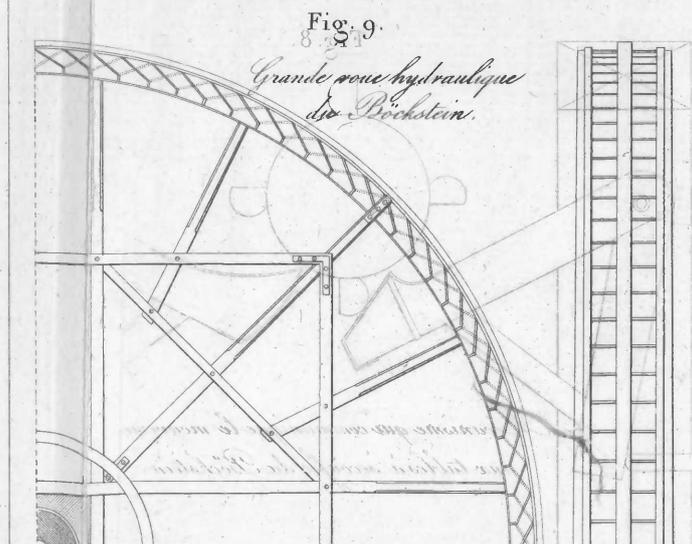
Plan du moulin et des autres meules vus par dessous.



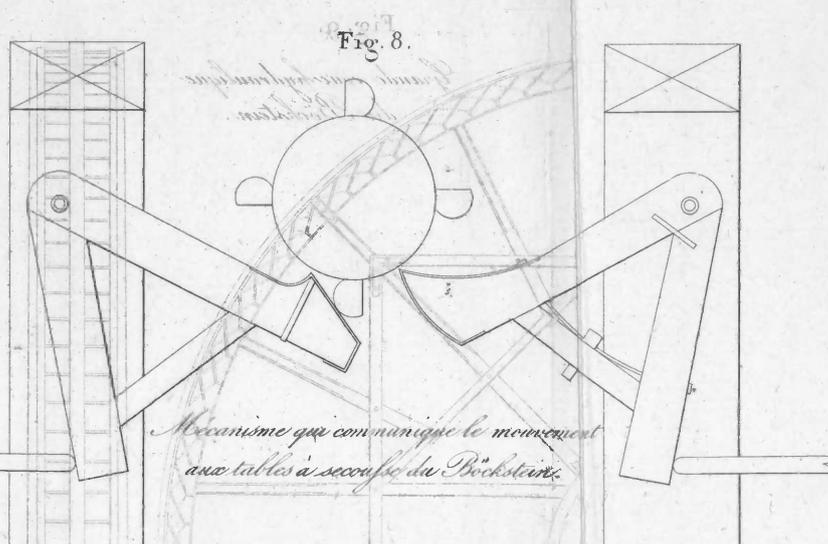
Projection verticale des moulins.



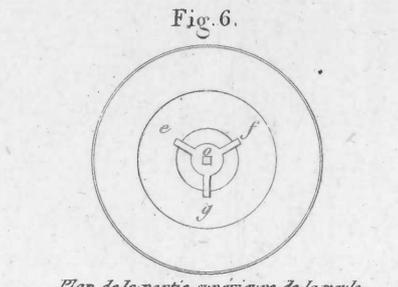
Projection verticale de la meule.



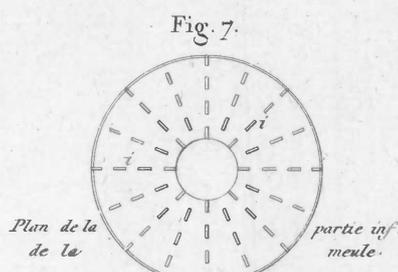
Grande roue hydraulique de Bockstein.



Mécanisme qui communique le mouvement aux tables à secousses du Bockstein.



Plan de la partie supérieure de la meule.



Plan de la partie inférieure de la meule.

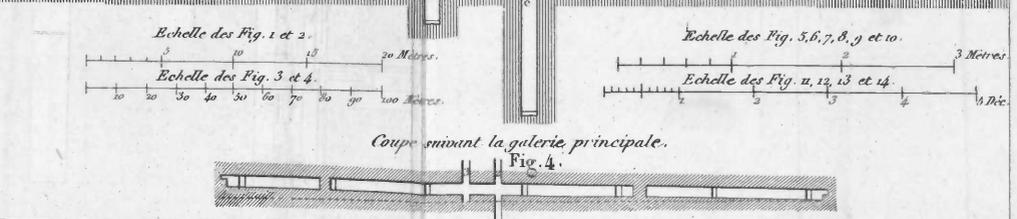
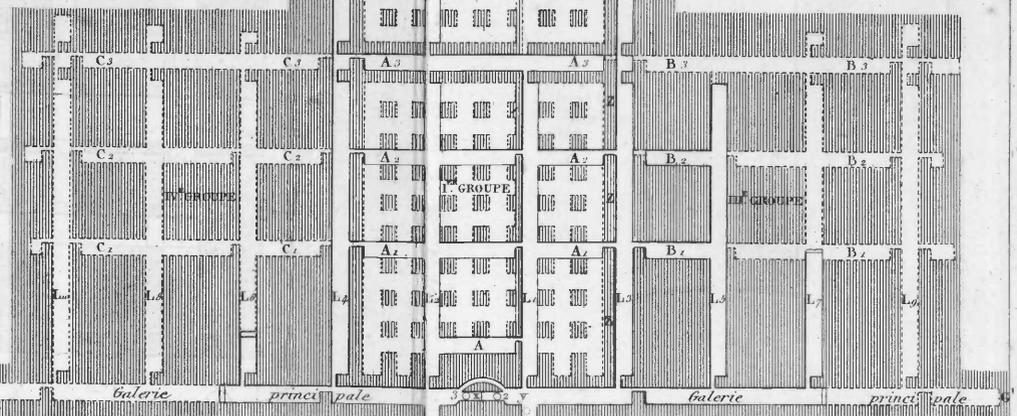
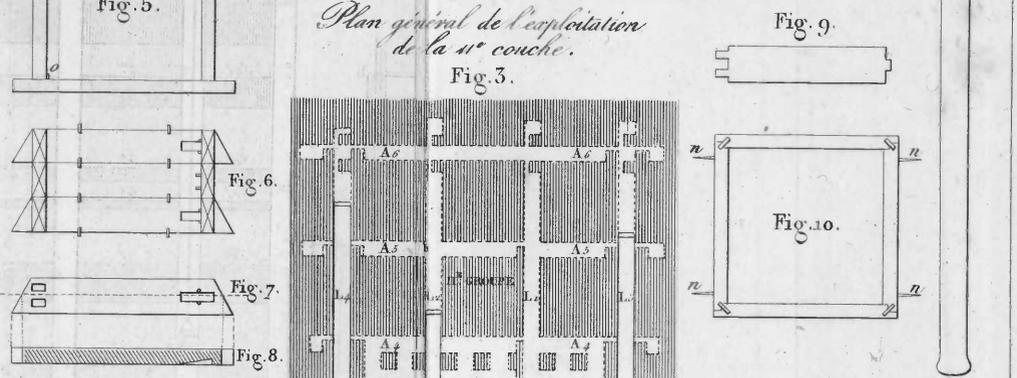
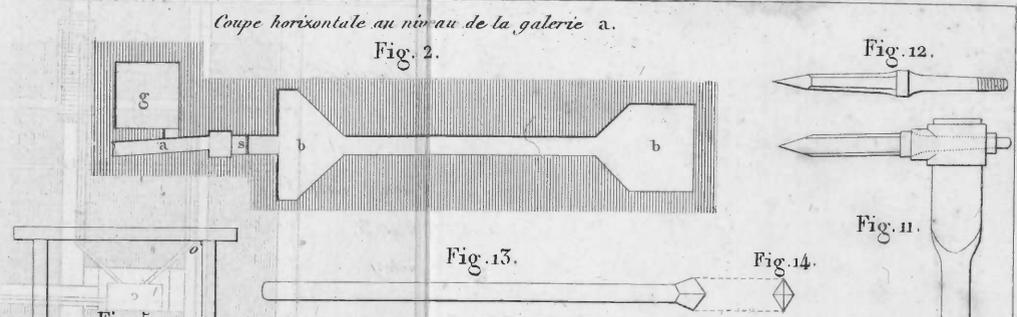
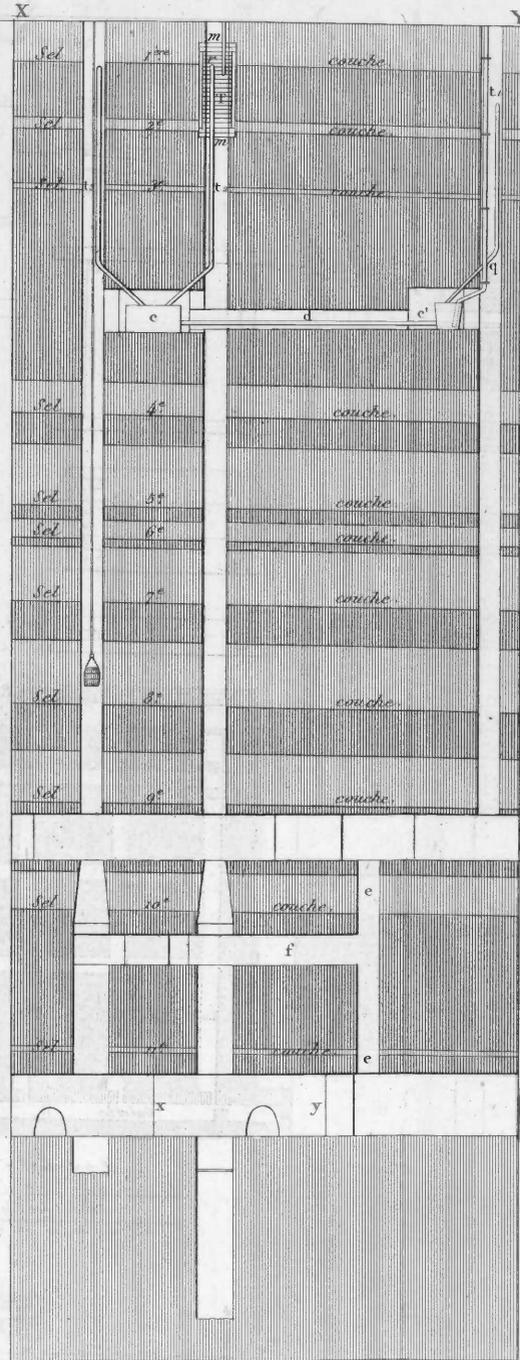
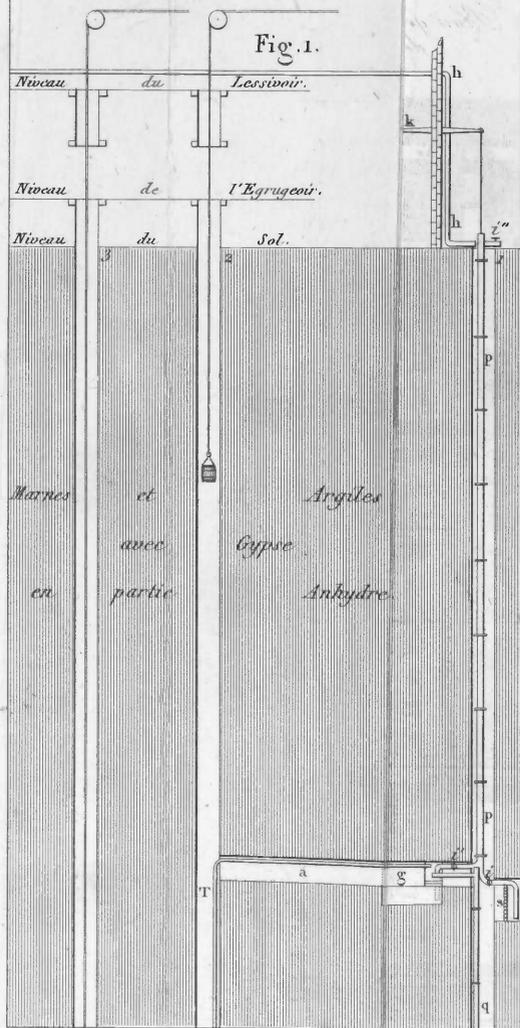
Echelle de la Fig. 9

Echelles des Fig. 2, 3, 8

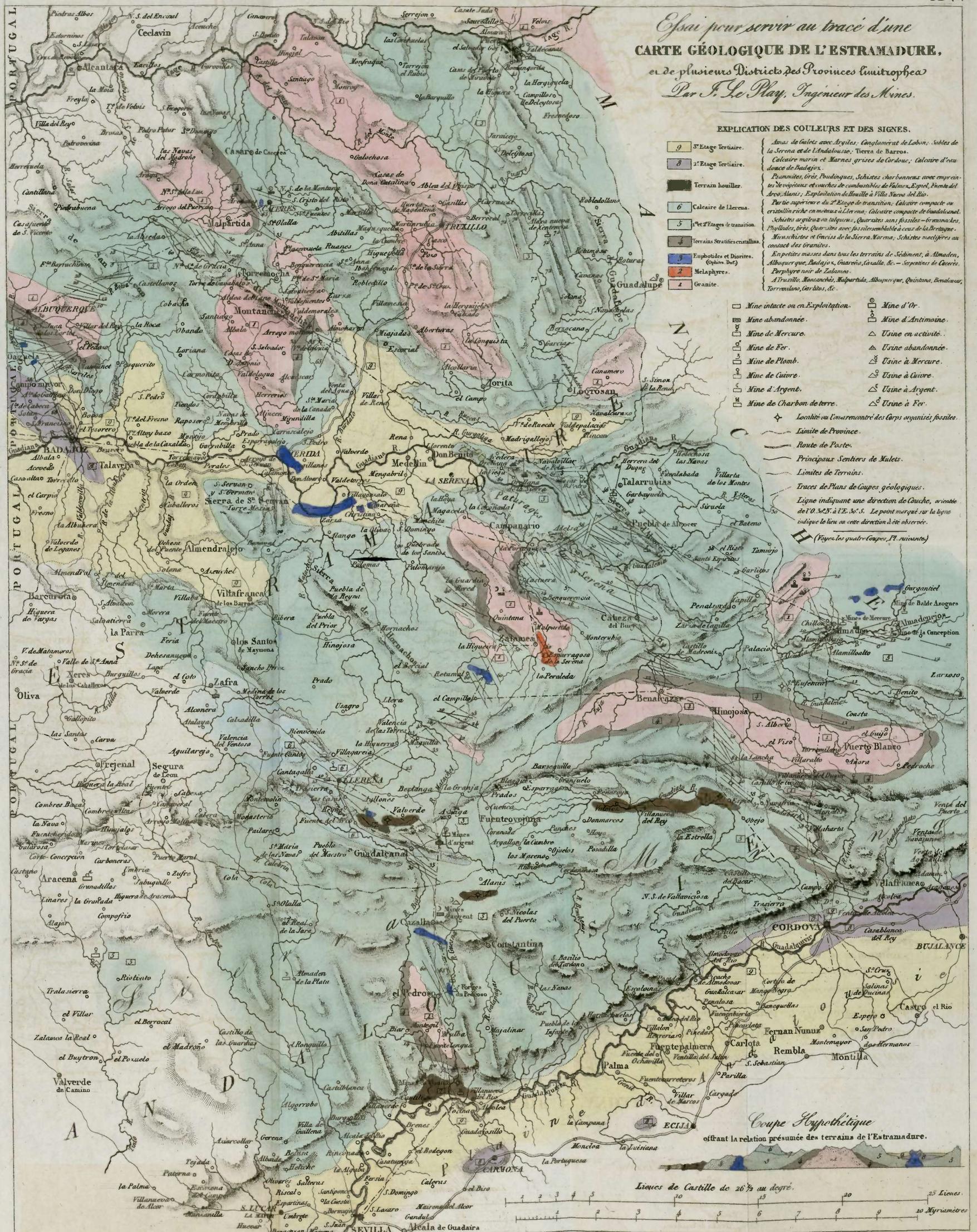
Echelle des Fig. 4, 5, 6, 7

Mine de Sel gemme de Dicuzé.

*Projection verticale parallèle à un Plan passant par les Axes des Puits 2. et 3.
(Le Sel est indiqué par la teinte la plus foncée.)*



Essai pour servir au tracé d'une CARTE GÉOLOGIQUE DE L'ESTRAMADURE, et de plusieurs Districts des Provinces limitrophes Par J. Le Play, Ingénieur des Mines.

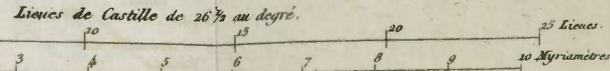


EXPLICATION DES COULEURS ET DES SIGNES.

- 9 3^e Etage Tertiaire.
8 2^e Etage Tertiaire.
Terrain houiller.
6 Calcaire de Liérens.
5 1^{er} et 2^e Etages de transition.
4 Terrains Stratifiés cristallins.
3 Euphotides et Diorites.
2 Melaphyre.
1 Granite.
Mine intacte ou en Exploitation.
Mine abandonnée.
Mine de Mercure.
Mine de Fer.
Mine de Plomb.
Mine de Cuivre.
Mine d'Argent.
Mine de Charbon de terre.
Mine d'Or.
Mine d'Antimoine.
Usine en activité.
Usine abandonnée.
Usine à Mercure.
Usine à Cuivre.
Usine à Argent.
Usine à Fer.
Localité ou l'intersection des Corps organisés fossiles.
Limite de Province.
Route de Poste.
Principaux Sentiers de Mules.
Limites de Terrains.
Traces de Plans de coupes géologiques.
Ligne indiquant une direction de Couches, orientée de l'O. N. E. à l'E. S. E.
Ligne indiquant la lica ou cette direction s'est observée.
(Voyez les quatre coupes, Pl. suivantes)

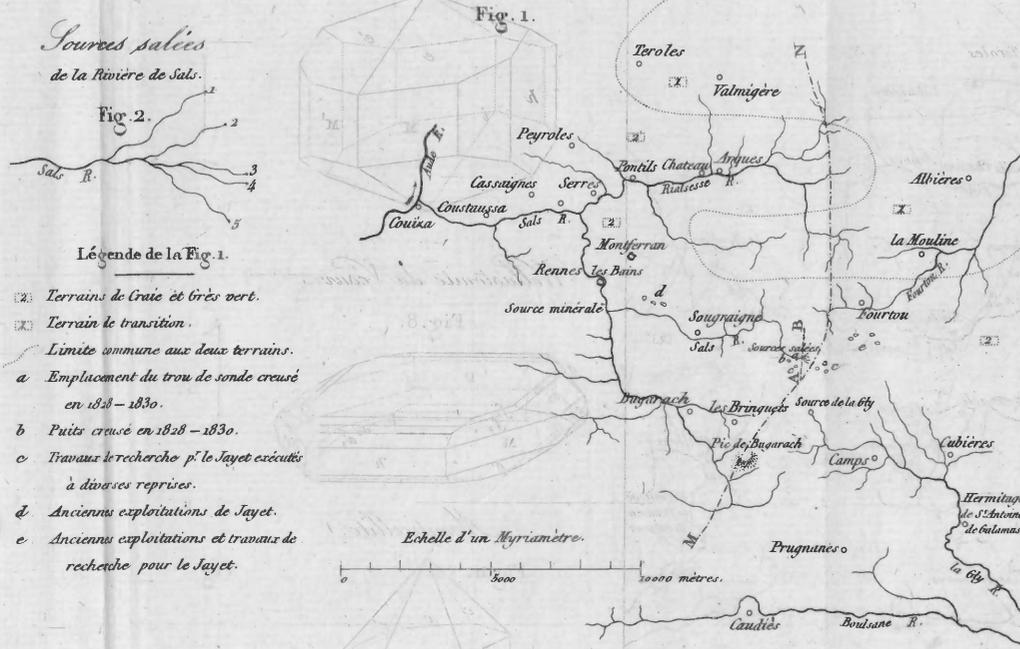
Coupe Hypothétique

offrant la relation présumée des terrains de l'Estramadure.



Terrain salifère de Fourtou et Sougraigne (Aude)

Carte des environs de la source salée de Sougraigne.



Sources salées de la rivière de Sals.

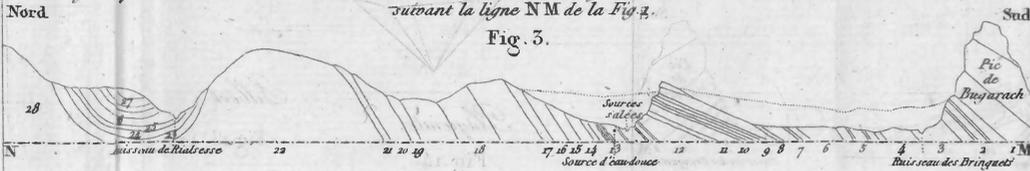
Fig. 2.

Légende de la Fig. 1.

- ⊠ Terrains de Craie et Grès vert.
- ⊞ Terrain le transition.
- Limite commune aux deux terrains.
- a Emplacement du trou de sonde creusé en 1828-1830.
- b Puits creusé en 1828-1830.
- c Travaux de recherche p^r le Jayet exécutés à diverses reprises.
- d Anciennes exploitations de Jayet.
- e Anciennes exploitations et travaux de recherche pour le Jayet.

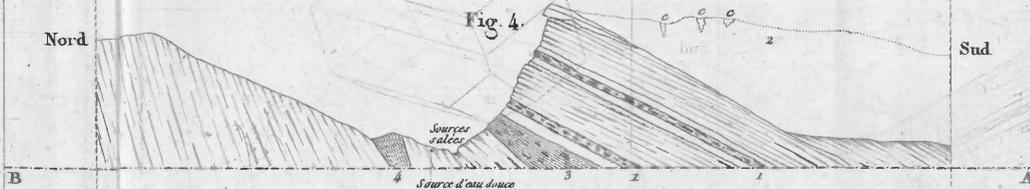
Coupe géologique des terrains compris entre le Pic de Bugarach et la Montagne au Nord d'Angues suivant la ligne NM de la Fig. 1.

Fig. 5.



Coupe géologique des terrains situés au Sud des sources salées suivant la ligne BA de la Fig. 1.

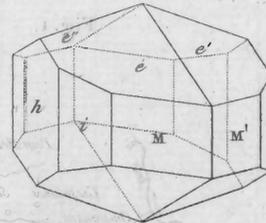
Fig. 4.



Cristallographie (Extraits)

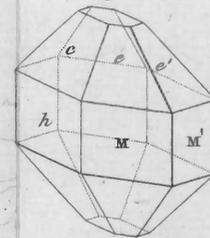
Alénite.

Fig. 5.



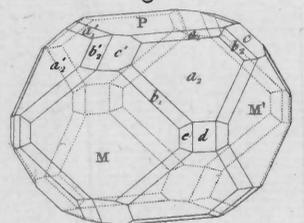
Eschenite.

Fig. 6.



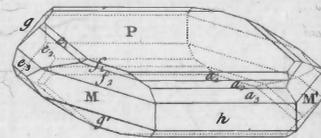
Sarcolite du Vésuve.

Fig. 7.



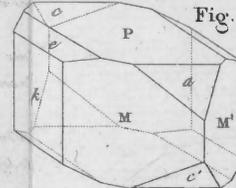
Wollastonite du Vésuve.

Fig. 8.



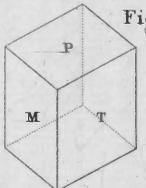
Mengite.

Fig. 9.



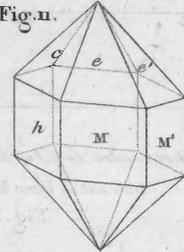
Xanthite.

Fig. 10.



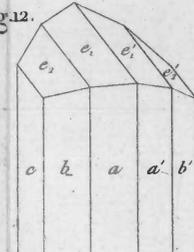
Monticellite.

Fig. 11.



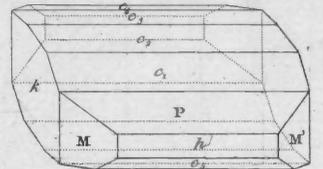
Trisite.

Fig. 12.



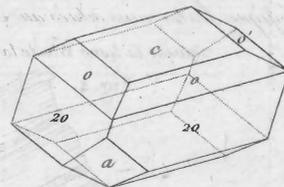
Sulfate double de Plomb et de Cuivre.

Fig. 13.



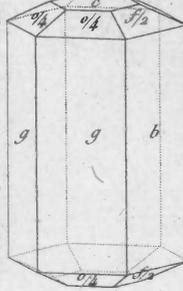
Plaquezite.

Fig. 14.



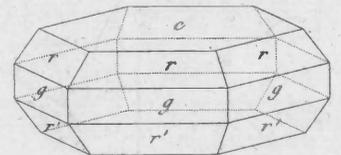
Silberhüpfersplintz de Rudolstadt.

Fig. 15.



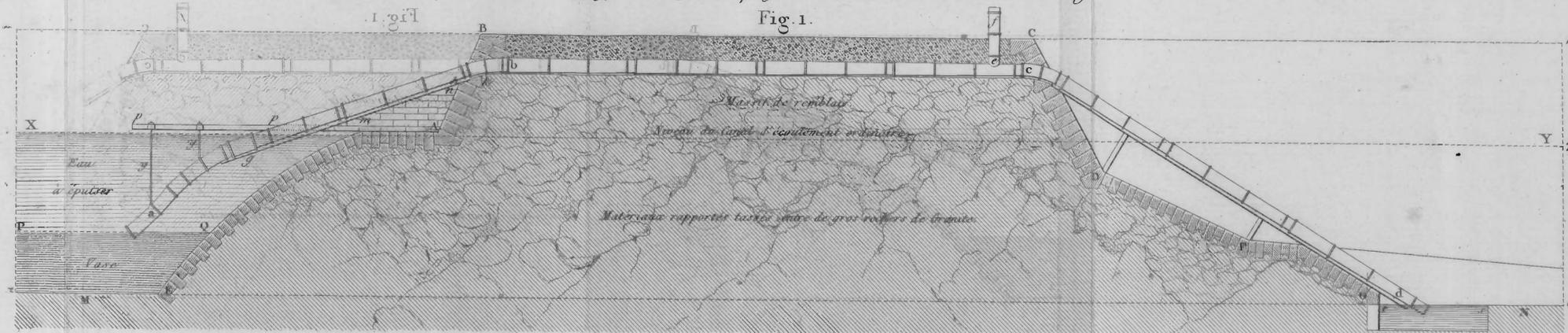
Amures d'Érulum de l'Orval.

Fig. 16.

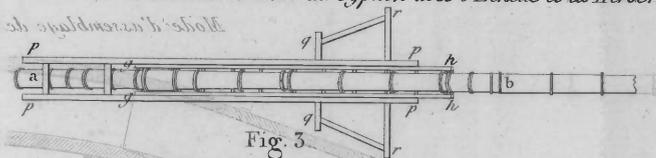


Projet d'un Syphon en bois employé pour l'épuisement d'un Étang à Suelgoar (Finistère).

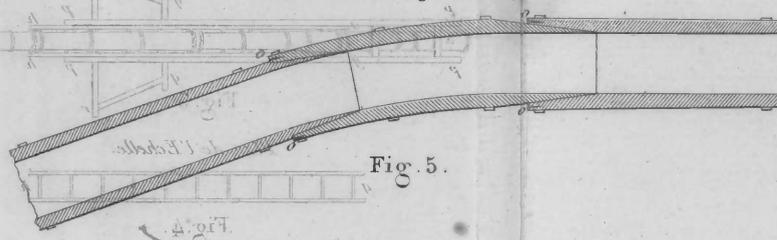
Projection du Syphon sur une Coupe faite suivant l'axe du Vallon de l'Étang



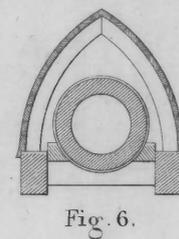
Plan de la branche ascendante du Syphon avec l'Echelle et la Herse.



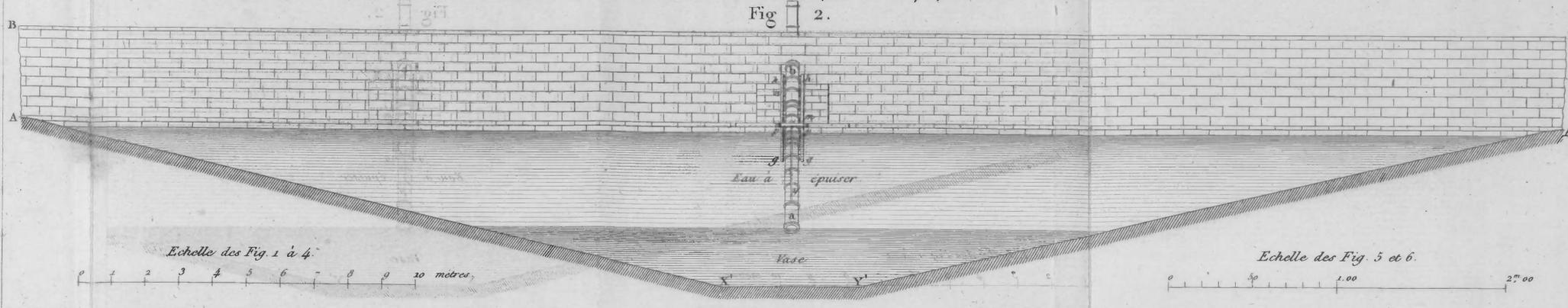
Mode d'assemblage des Tuyaux.



Coupe du toit qui recouvre la branche descendante.



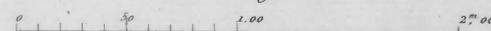
Projection du Syphon sur une Coupe faite dans l'Étang par un Plan perpendiculaire à l'axe du Vallon.



Echelle des Fig. 1 à 4.



Echelle des Fig. 5 et 6.



Terrains tertiaires du midi de la France.

Fig. 1. Coupe transversale montrant la différence de niveau entre les deux côtés de la vallée de la Garonne à la hauteur de Bordeaux.

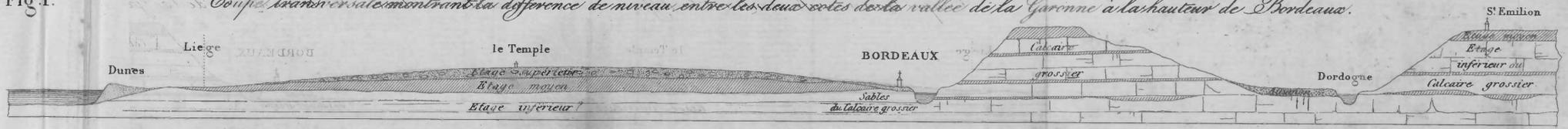


Fig. 2. Superposition transgressive du terrain tertiaire moyen sur le terrain tertiaire inférieur dans les escarpements de la rive droite de la vallée de la Dordogne.

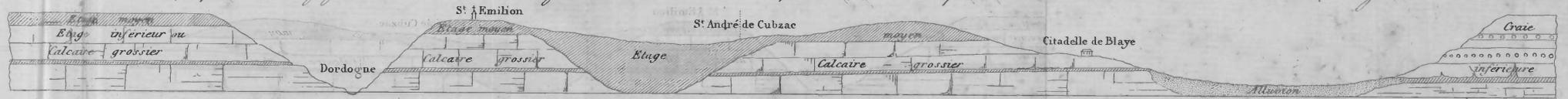
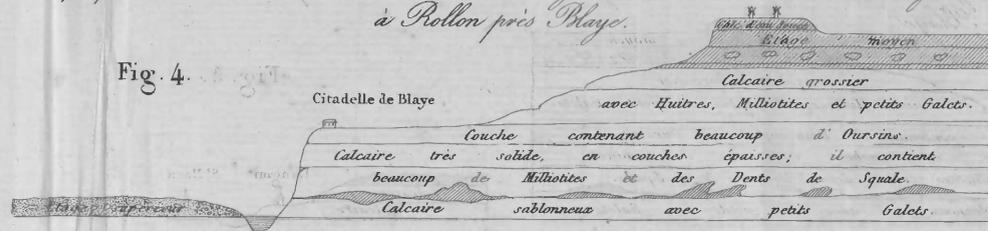


Fig. 3. Coupe de la vallée de la Garonne à celle de l'Adour à la hauteur de Langon, montrant la différence de niveau entre les deux rives de la Garonne.



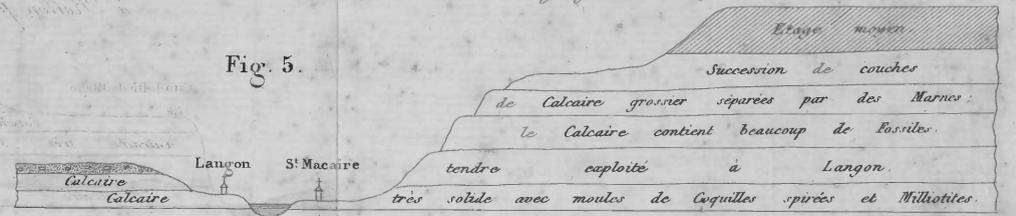
Superposition du calcaire d'eau douce sur le calcaire grossier à la butte des moulins de la garde à Rollon près Blaye.

Fig. 4.



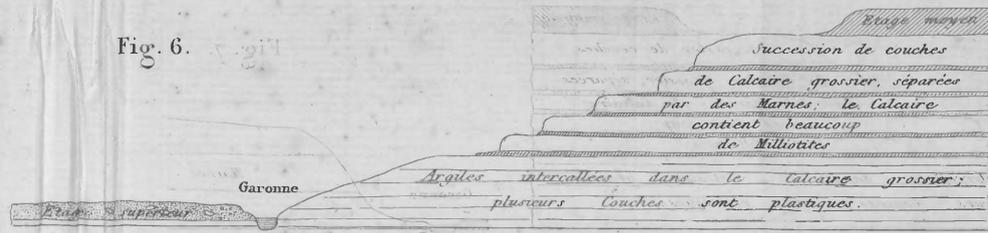
Disposition des couches de calcaire grossier à St. Macaire.

Fig. 5.



Couches d'Argile dans le calcaire grossier entre St. Macaire et la Rivière.

Fig. 6.



Superposition du calcaire d'eau douce sur le calcaire grossier aux moulins des Mirail près la Rivière.

Fig. 7.



Emploi du Vent chaud dans les foyers d'affinerie de Saalfeld (Saxe)

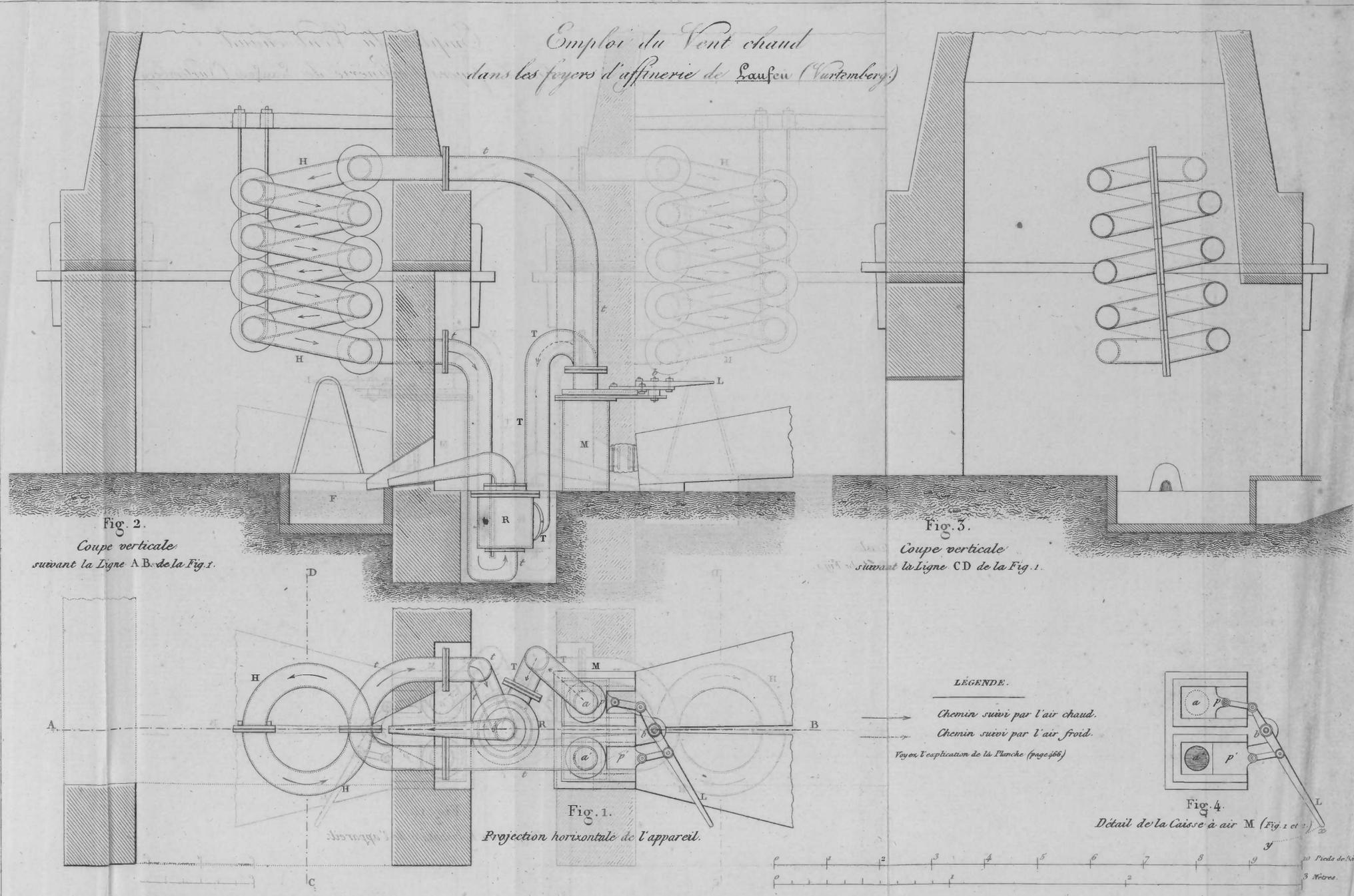


Fig. 2. Coupe verticale suivant la Ligne A.B. de la Fig. 1.

Fig. 3. Coupe verticale suivant la Ligne C.D. de la Fig. 1.

Fig. 1. Projection horizontale de l'appareil.

Fig. 4. Détail de la Caisse à air M (Fig. 1 et 2).

LÉGENDE.

→ Chemin suivi par l'air chaud.
- - - Chemin suivi par l'air froid.
Voyez l'explication de la Planche (page 466)