

ANNALES
DES MINES,

OU
RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES,

ET SUR LES SCIENCES QUI S'Y RAPPORTENT;

Rédigées par le Conseil général des Mines,

PUBLIÉES

Sous l'autorisation du Conseiller d'Etat, Directeur général des
Ponts et Chaussées et des Mines.

DEUXIÈME SÉRIE.

TOME V.

A PARIS,

Chez TREÜTTEL et WÜRTZ, Libraires, rue de Bourbon,
n° 17; et même Maison de Commerce,

A LONDRES, 30 Soho-Square, et à STRASBOURG, rue des
Serruriers, n° 3.

1829.

AVIS

A MM. LES SOUSCRIPTEURS.

Il a été décidé que la *première série* des *Annales des Mines* se terminerait avec le volume XIII. Une table analytique des matières contenues dans cette série en formera le quatorzième volume.

D'après cette décision, le présent volume est le *cinquième de la deuxième série*.

Les *Annales des Mines* continueront de paraître, de *deux mois en deux mois*, par livraisons, dont chacune comprendra, au moins, *dix feuilles* d'impression.

Les six livraisons d'une même année formeront *deux volumes*. On y joindra les tableaux, cartes et planches nécessaires à l'intelligence du texte.

Le prix de la souscription sera toujours de *vingt francs*, par an, pour Paris, et de *vingt-quatre francs* pour les Départemens.

On s'abonne, à Paris, chez MM. Treuttel et Würtz, libraires, rue de Bourbon, n°. 17, ainsi que dans leurs maisons établies à Londres, 30 Soho-Square, et à Strasbourg, rue des Serruriers, n°. 3.

On a réservé un certain nombre d'exemplaires des *Annales des Mines*, pour être envoyés, à titre d'échange, aux Rédacteurs des ouvrages périodiques qui sont relatifs aux sciences et aux arts.

Paris. — Imprimerie de Madame HUZARD (née Vallat la Chapelle),
rue de l'Eperon, n°. 7.

NOTICE

Sur les grottes d'Echenoz et de Fouvent, sises dans le département de la Haute-Saône, et sur les ossemens fossiles qu'elles renferment ;

Par M. THIRRIA, Ingénieur au Corps royal des Mines.

Présentée à l'Académie des Sciences en avril 1828.

Grotte d'Echenoz.

La grotte d'Echenoz, dite le *Trou de la Baume*, se trouve à 4 kilomètres au sud de Vesoul, près de la sommité d'un plateau calcaire fort élevé, situé entre les villages d'Echenoz; d'Andelarre et de Charriez. Le vallon qui limite ce plateau vers l'est, et dans lequel est bâti le village d'Echenoz, est assez large; mais il n'a guère que 3 kilomètres de longueur depuis sa naissance jusqu'à son embranchement avec la petite vallée sinueuse du Durgeon; à son extrémité existe une caverne peu spacieuse, d'où surgit le ruisseau qui l'arrose: c'est sur le flanc gauche de ce vallon que se trouve l'entrée de la grotte, à 70 mètres environ au dessus du niveau du ruisseau, pris au point de son cours, situé en face de cette entrée.

Le terrain nommé jurassique constitue tout le sol de la partie sud-ouest du département de la Haute-Saône, où il forme la limite nord-ouest des monts Jura. Ce terrain peut se diviser, à partir du *Lias*, sur lequel il repose, en trois formations ou étages, qui sont caractérisés par la nature des calcaires et des marnes qu'ils présentent en couches alternantes; par des gîtes de

minerais de fer de nature différente, suivant l'étage auquel ils appartiennent, et par des pétrifications d'animaux marins propres à chacun d'eux. Ainsi, en Franche-Comté, les calcaires de l'étage inférieur ont presque tous une structure oolithique; on n'y observe qu'un petit nombre de calcaires compactes, lesquels sont tous un peu marneux; la couleur des différens calcaires est grisâtre ou rougeâtre; les marnes sont le plus souvent noirâtres, très schisteuses, tenaces et peu coquillères; le minéral de fer oolithique, dit *en roche*, y forme des couches subordonnées, qui font l'objet de plusieurs exploitations importantes. Dans l'étage moyen, les calcaires oolithiques ont généralement une pâte crayeuse, de couleur blanchâtre, et leurs oolithes sont presque toujours plus gros, moins réguliers et moins rapprochés les uns des autres que dans les calcaires de l'étage inférieur; les calcaires compactes, plus fréquens que dans celui-ci, ont tous une cassure très conchoïde, offrent souvent des veinules de spath calcaire et sont d'un blanc jaunâtre; les marnes qu'on y rencontre en couches subordonnées, fort puissantes, sont grisâtres, peu schisteuses, friables et très coquillères. Enfin, dans l'étage supérieur, on voit peu de calcaires oolithiques: les calcaires compactes, parfois un peu marneux, dominant; la couleur de ces différens calcaires est grisâtre; les marnes, qui sont moins fréquentes et moins puissantes que dans l'étage moyen, sont peu coquillères, rougeâtres ou d'un jaune sale, et passent au calcaire marneux schistoïde; l'argile ocreuse avec minerais de fer en grains se présente dans des dépressions, dans des cavités, des crevasses, des fentes et même dans de petites

cavernes des calcaires, où elle forme des gîtes fort puissans qu'on doit regarder comme contemporains de cet étage, soit à cause de la nature des fossiles qu'ils renferment, soit parce qu'on voit dans beaucoup d'endroits des grains de minéral de fer empâtés dans les roches calcaires qui avoisinent les gîtes, et surtout parce qu'il existe dans une localité de la Haute-Saône (Joulans) une fente fort profonde remplie de minéral, qui est recouverte, sur une épaisseur de plusieurs mètres, par des bancs de calcaire marneux appartenant au troisième étage (1). Quant aux pétrifications d'êtres organisés, on en observe un grand nombre dans le calcaire jurassique se rapportant aux classes des *céphalopodes*, *trachélopodes*, *conchifères*, *annelides*, *échinites*, *encrinites* et *polypiers* de Lamarck. Beaucoup d'espèces se trouvent indistinctement dans les trois étages; mais les espèces *gryphæa cymbium* et *nautilus umbilicatus* paraissent appartenir exclusivement au premier étage. Le second étage est caractérisé par l'espèce *belemnites canaliculatus* et par de grosses tiges cylindriques et de très petites articulations à cinq pans d'*encrinites*, qu'on ne trouve

(1) Au sujet des minerais de fer en grains, je ferai remarquer que parmi les gîtes nombreux de ces minerais qu'on exploite en Franche-Comté pour l'alimentation des hauts-fourneaux, il y en a un petit nombre qui appartient peut-être à la formation du grès vert, et quelques uns qui, formés en même temps que les assises supérieures du terrain jurassique, ont été déplacés et *remaniés* par les eaux, lors de la catastrophe qui a formé le terrain d'atterrissement dit *diluvien*; mais la majeure partie paraît devoir être rapportée à la formation de l'étage jurassique supérieur, d'après les considérations relatives ci-dessus.

pas ailleurs; enfin les fossiles, qui sont propres à l'état supérieur, sont les espèces *gryphaea coarctata*, *trigonia costata*, et des polypiers appartenant aux genres *madrépores*, *millépores*, *caryophyllées* et *cyclolites*, lesquels sont tous à l'état siliceux; tandis que ceux qu'on observe en petit nombre dans l'étage moyen sont toujours de nature calcaire.

La grotte d'Echenoz est creusée dans un calcaire de l'étage inférieur, dont la pâte, de couleur grisâtre, n'offre qu'un petit nombre d'oolithes, mais renferme une infinité de lamelles de spath calcaire provenant des débris d'*encrinites*, qui lui donnent une apparence cristalline; les strates de ce calcaire inclinent régulièrement au sud-est, sous un angle d'environ 10 degrés. La grotte de Bournois (Doubs), si remarquable par son étendue et ses belles stalactites, et celle de Rougemoutot, dans le même département, sont creusées dans un calcaire tout à fait semblable; tandis que les grottes d'Osselles, près Besançon, ainsi que celles de Fretigney et de Fouvent, dans le département de la Haute-Saône, se trouvent dans un calcaire compacte, veiné de spath calcaire, à cassure conchoïde et de couleur jaunâtre, qui paraît appartenir au troisième étage jurassique. Bien que les grottes précitées se présentent dans des calcaires d'âge différent, il est probable que leur creusement est de même origine, c'est à dire qu'à une certaine époque les eaux les ont formées, soit par l'effet de la rapidité de leur cours souterrain, soit en dissolvant la matière soluble qui les remplissait. Il y a même lieu de croire que l'époque de la formation de ces grottes a précédé celle du dépôt des minerais de fer en grains,

que je rapporte au troisième étage jurassique; on trouve en effet beaucoup de gîtes de ces minerais dans des cavités dont la structure a tellement d'analogie avec celle des grottes, qu'il paraît vraisemblable que toutes ces excavations sont contemporaines et ont été creusées dans les mêmes circonstances, avant la fin de la dernière période des formations jurassiques; ainsi, il nous semble qu'on peut admettre, comme fait géologique, qu'en général l'existence des grottes du calcaire jurassique est antérieure à l'époque de la formation des terrains secondaires postérieurs à ce calcaire.

La grotte d'Echenoz se compose de quatre chambres dont l'ensemble a la forme d'un Y irrégulier. La première chambre, qu'on nomme *la grange*, a 15 mètres de longueur sur 6 mètres de largeur moyenne, et 3 mètres environ de hauteur; elle se dirige du sud au nord, et son ouverture, qui est la seule entrée de la grotte, a 4 mètres de hauteur et 3 mètres de largeur. Cette première chambre communique, par une ouverture qui n'a guère que 66 centimètres de hauteur sur 1 mètre 30 centimètres de largeur, avec la deuxième chambre, qui est longue d'environ 30 mètres, haute de 6 à 8 mètres et large de 5 à 10 mètres. Parvenu à l'extrémité de cette deuxième chambre, après avoir marché dans la direction du nord-nord-est, on trouve, sur la gauche, une petite salle à peu près circulaire, ayant 6 mètres environ de diamètre sur 8 mètres de hauteur, et en allant à droite on entre dans la troisième chambre, qui est longue d'environ 50 mètres et large de 3 à 5 mètres. La hauteur de cette troisième chambre n'est, en quelques en-

droits, que de 1 mètre 36 centimètres; et en d'autres elle atteint 20 mètres; son axe se dirige vers le nord-est. A peu de distance de l'extrémité de la troisième chambre, on trouve sur la gauche une salle nommée le *grand Clocher*, dans laquelle on ne peut pénétrer que par un passage étroit, long d'environ deux mètres; cette salle a la forme d'un cône dont le diamètre, à la base, est d'environ 4 mètres et la hauteur de 50 mètres au moins. La quatrième chambre se trouve sur la gauche en entrant dans la deuxième chambre; elle est longue d'environ 150 mètres; sa largeur varie entre 2 et 8 mètres, et sa hauteur va, en quelques endroits, jusqu'à 30 mètres, mais généralement elle n'excède pas 6 ou 7 mètres; cette quatrième chambre est sinueuse, elle se dirige d'abord vers le sud-ouest; puis vers le sud. Ainsi, on parcourt, d'une part, 95 mètres environ pour aller de l'entrée de la grotte à l'extrémité de la troisième chambre, et, de l'autre, à peu près 178 mètres, pour parvenir de cette même entrée à l'extrémité de la quatrième chambre. Les diverses chambres qui composent la grotte sont de plain-pied, à l'exception des deux tiers environ de la quatrième chambre, qui, à partir de son extrémité, se trouvent à 1 mètre 60 centimètres environ en contre-bas du sol des autres parties de la grotte, et ce changement de niveau se fait par un ressaut à angle droit en un point où cette chambre est fort étroite. La voûte de la grotte est tellement élevée en quelques points, qu'elle doit être peu éloignée de la surface du plateau sous lequel elle se trouve; c'est surtout dans la salle dite *du Clocher* qu'il doit y avoir

une très petite épaisseur de terrain entre ce plateau, et le dessus de cette salle est trop élevé pour qu'on puisse le distinguer étant dans le bas. Il eût été bien intéressant de constater quelle est au juste la distance de la voûte à la surface du sol extérieur dans les parties élevées, et de reconnaître s'il n'y avait pas autrefois, dans le haut, des ouvertures qui mettaient la grotte en communication avec le dehors; mais je n'ai pas fait cette reconnaissance, quoique j'en sentisse toute l'importance pour l'explication de la présence des ossements dans la grotte, parce qu'elle eût exigé beaucoup de temps et des dispositions d'une exécution difficile.

Le sol de la grotte n'offre d'autres irrégularités que celles produites par les parties saillantes de quelques uns des cailloux calcaires qui s'y trouvent en assez grand nombre, et par les *stalagmites* qui le recouvrent çà et là. Plusieurs de ces stalagmites ont une assez grande étendue et sont fort élevées; le calcaire qui les constitue est brillant, d'un blanc un peu jaunâtre et d'une apparence cristalline. Les *stalactites* sont de même nature que les stalagmites, mais en bien plus petit nombre; quelques unes atteignent le sol et forment des colonnes d'une apparence bizarre; il y en a une, entre autres, dans la quatrième chambre, qu'on appelle le *capucin*, parce qu'elle offre quelque ressemblance avec le costume des anciens religieux de ce nom.

Les parois de la grotte sont lissées et ondulées, particulièrement dans le grand Clocher, comme si elles avaient été soumises pendant longtemps à l'action d'un courant d'eau. Il est assez

probable, d'après cela, que les eaux qui ont pénétré dans la grotte à différentes époques s'y sont introduites par une ouverture qui existait à la partie supérieure du grand Clocher, et qu'elles en sont sorties pour se rendre au jour, ou pour se perdre dans des crevasses inférieures, par la quatrième chambre, dont l'extrémité est aujourd'hui obstruée par des stalactites.

Les fouilles qui m'ont fait découvrir les ossemens ont eu lieu à la fin du mois d'août 1827; j'en ai fait pratiquer dans les quatre chambres de la grotte en différens points, et toutes m'ont donné des ossemens en plus ou moins grande quantité. Celles qui ont été entreprises dans la quatrième chambre, à partir de l'abaissement du sol dont il a été question ci-dessus, ont été les plus productives; on ne peut, en effet, donner un seul coup de pic dans cette partie de la grotte sans rencontrer un os. Les ossemens gisent dans le sol à une profondeur qui varie de dix centimètres à un mètre, au milieu d'une argile rouge entremêlée d'un grand nombre de cailloux arrondis, à surface lisse, dont la grosseur atteint souvent celle de la tête, et qui sont tous composés d'un calcaire lamellaire grisâtre, semblable à celui dont sont formées les parois de la grotte, ainsi que plusieurs roches du voisinage. Indépendamment de ces cailloux, qui évidemment ont été roulés et semblent n'avoir pu pénétrer dans la grotte que par des ouvertures existant à la voûte, qui ne sont plus visibles aujourd'hui, on rencontre dans l'argile ossifère quelques morceaux de stalagmite et de stalactite, dont les angles sont la plupart émoussés, ce qui

prouve qu'ils ont aussi subi une translation. Le dépôt d'argile, dont la plus grande épaisseur ne paraît pas aller au delà de 1 mètre 30 centimètres, est recouvert presque partout par une croûte de stalagmite épaisse de quelques centimètres, et sur cette croûte, qui est mamelonnée, repose une couche mince d'une argile plus grasse, mais moins rouge que celle située inférieurement, et fréquemment noirâtre par suite de la décomposition des végétaux dont elle renferme encore quelques débris. On n'observe au dessus de la croûte calcaire aucun caillou arrondi, et ce n'est que dans les endroits où elle n'existe pas qu'on voit de ces cailloux à la surface du sol. Il paraît évident, d'après cela, que les cailloux arrondis que renferme l'argile ossifère ont été transportés par les eaux et déposés dans la grotte en même temps que les ossemens, avant la formation de la croûte calcaire, produite par les gouttes d'eau chargées de carbonate de chaux qui ont suinté de la voûte, et conséquemment avant le dépôt de la couche d'argile dont cette croûte est recouverte. Les ossemens ne se trouvent en abondance que dans les endroits où existe la croûte de stalagmite; là où elle manque, on n'en trouve qu'un petit nombre: par exemple, dans la salle dite du *grand Clocher*, dont le sol est partout recouvert de cailloux roulés, tous très gros et presque juxta-posés, sans qu'il y ait aucune croûte calcaire, on n'a rencontré que peu d'ossemens, lesquels se trouvaient soit entre les cailloux, soit immédiatement au dessous. Il semblerait donc que la plupart des ossemens qui n'ont pas été recouverts par la croûte de stalagmite se sont altérés au point de tomber

en poussière, ou qu'ils ont été transportés hors de la grotte lors de l'irruption des eaux, qui y a jeté, avec des débris de végétaux dont on voit encore quelques traces, la couche d'argile noirâtre qui est située au dessus du dépôt ossifère. Le plus souvent il a fallu, après avoir enlevé la croûte calcaire, traverser quelques centimètres d'argile avant de parvenir aux ossemens; mais dans plusieurs endroits on les a trouvés immédiatement au dessous et quelquefois même entièrement engagés dans cette croûte. En général, les ossemens forment, au milieu de l'argile, un dépôt épais de 8 à 16 centimètres (3 à 6 pouces); ils se croisent en différens sens et se recouvrent, les uns les autres, à des distances peu considérables, sans avoir jamais conservé leur position relative. Ils n'ont cependant pas éprouvé une dislocation complète, car on a trouvé, presque toujours, des vertèbres dorsales près des crânes et des mâchoires; des humérus ou des cubitus près des bassins, et des calcanéums, des os du métatarse et du métacarpe, ou des phalanges dans le voisinage des fémurs, des tibias ou des cubitus. On n'a pu, malgré tous les soins donnés à l'extraction, obtenir intacte aucune des têtes qui paraissaient se trouver entières dans le sein de la terre; leurs diverses parties se sont désunies ou brisées en les extrayant, de sorte qu'on n'a pu recueillir que séparément les crânes et les mâchoires. Quant aux autres os, beaucoup ont été obtenus intacts; quelques uns se sont brisés lors de l'extraction et un assez grand nombre ont été trouvés fracturés. Mes fouilles m'ont donné, au total, plus de six cents ossemens ou portions d'ossemens, non compris les os trop fracturés pour mériter d'être

recueillis, et j'estime que cette quantité n'est pas la vingtième partie de celle qui peut encore exister dans la grotte.

J'ai adressé une suite complète et nombreuse des divers ossemens que j'ai recueillis à M. le baron Cuvier, qui a bien voulu en faire l'examen, et déterminer les genres auxquels ils ont appartenu. Ce sont, d'après ce célèbre naturaliste, des débris d'*ours* (l'espèce aujourd'hui éteinte nommée *ursus spelæus*), d'*hyène*, de *chat*, de *cerf*, d'*éléphant* et de *sanglier*. Les ossemens d'ours offrent plusieurs portions de tête provenant de jeunes individus; des mâchoires supérieures et inférieures; un grand nombre de dents incisives, canines et molaires; des vertèbres dorsales, lombaires et caudales; des portions d'omoplate; plusieurs sternums; des côtes; des portions de bassin; des humérus; des cubitus; des portions de radius; des os du métacarpe et des métacarpiens; des fémurs, dont un très grand; des tibias; des astragales; des calcanéums; des os du métatarse et des métatarsiens; enfin une grande quantité de phalanges. Les débris des cinq autres genres n'ont été recueillis qu'en petit nombre: ils consistent, pour l'hyène, en deux dents molaires; pour le chat, en une mâchoire inférieure; pour le cerf, en un métacarpien; pour l'éléphant, en une portion supérieure d'humérus; enfin, pour le sanglier, en une seule dent molaire.

Les dimensions de plusieurs des ossemens d'ours sont telles, qu'il est vraisemblable que cette espèce, aujourd'hui éteinte, avait tout au moins la taille de nos chevaux: qu'on juge, d'après cela, combien devait être grande la voracité de ces animaux, si elle était proportionnée à leur haute sta-

ture. Toutes les dents sont parfaitement conservées et leur émail d'un blanc d'ivoire, n'a éprouvé aucune altération. On en voit parmi celles qui ont appartenu aux ours, qui sont fort grosses et extrêmement usées; d'autres, de moyenne grosseur, qui sont dans un état d'intégrité parfait, et un certain nombre de fort petites, qui paraissent avoir été des dents de lait. La plupart des autres ossemens, ayant perdu une grande partie de leur gélatine, sont légers et happent à la langue; quelques uns sont tendres et friables; deux ou trois ont été trouvés entièrement pétrifiés par une matière siliceuse de couleur jaunâtre, qui s'est substituée à la matière osseuse. En général, l'altération qu'ont subie les os est d'autant plus grande, qu'ils se trouvaient plus voisins du sol de la grotte, et que la croûte de stalagmite qui les recouvrait était plus mince. Aussi quelques uns ont-ils été recueillis intacts sans les précautions prises d'ordinaire, tandis que d'autres se sont brisés en plusieurs portions au moindre choc.

L'opinion généralement admise, relativement à la présence des os fossiles dans les grottes, est que ceux des animaux dont ils proviennent, qui étaient carnassiers, tels que l'ours et l'hyène, ont vécu et sont morts paisiblement dans ces cavernes qui leur servaient de repaire; tandis que les herbivores, tels que l'éléphant et le cerf, ont été traînés morts dans les grottes par des carnassiers qui les y ont dévorés. Cette opinion ne me paraît pas admissible pour la grotte d'Échenoz. En effet, les ossemens de générations qui se seraient éteintes successivement dans cette grotte, et ceux d'animaux dont les cadavres y auraient été transportés par des carnassiers, auraient,

pour la plupart, conservé leurs positions relatives et présenteraient, dans leur gisement, des squelettes à peu près entiers, ce qui n'a pas lieu; d'ailleurs, les carnassiers ayant dû généralement mourir de vieillesse, on ne trouverait pas un aussi grand nombre de dents entières et petites, qui proviennent nécessairement d'animaux morts fort jeunes. Enfin, s'il en eût été ainsi, les ossemens ne seraient pas pêle-mêle avec des cailloux arrondis, le plus souvent très gros, dont la présence au milieu de ces débris serait inexplicable. Il nous semble évident, d'après l'ensemble des diverses circonstances du gisement décrit ci-dessus, que les animaux dont nous retrouvons les restes aujourd'hui ont péri, les uns dans un âge avancé, les autres jeunes encore, victimes d'une grande inondation, qui les a anéantis tous à la fois, et qui a enseveli leurs ossemens au milieu du limon et des pierres qu'elle avait transportés. Mais ce qui n'est pas de la même évidence, c'est la cause à laquelle est due la présence des ossemens dans la grotte. Deux hypothèses se présentent pour l'expliquer: la première est que les animaux antédiluviens, effrayés par le fracas précurseur d'une grande catastrophe et par l'élévation progressive des eaux, quittèrent en foule, vieux comme jeunes, les forêts qu'ils habitaient pour se réfugier dans la grotte; que les eaux l'ayant envahie, ces animaux y furent noyés au milieu du plus horrible désordre; que leurs cadavres furent mis en pièces par l'effet de l'agitation violente des eaux et de la translation rapide des pierres arrachées aux rochers voisins; qu'enfin les eaux, en se retirant, laissèrent, avec les débris des animaux qu'elles avaient engloutis, et les

cailloux qu'elles avaient transportés dans la grotte par des ouvertures autres que celle qui existe aujourd'hui, et les matières terreuses qu'elles tenaient en suspension. Cette première hypothèse exige qu'on admette que des animaux d'espèces et d'habitudes différentes vinrent se réfugier dans la grotte pour se soustraire à la catastrophe qui les a fait périr, tandis que l'instinct de la conservation aurait peut-être dû les déterminer tous à fuir au dehors. La seconde hypothèse, plus vraisemblable que la première, est que les animaux périrent à la surface du sol lors d'une grande inondation; que leurs cadavres furent disloqués par la violence des eaux et le choc des pierres qu'elles transportaient; que leurs débris, charriés par les eaux et préservés d'une destruction complète par la chair qui les environnait, pénétrèrent dans la grotte par des ouvertures qui existaient alors à sa voûte, et que les eaux, après leur retraite, laissèrent, avec les ossemens, les cailloux et les matières terreuses qu'on y trouve aujourd'hui. Cette seconde hypothèse est confirmée par le gisement des ossemens fossiles de Fouvent, lesquels, ainsi qu'on le verra plus loin, se trouvent dans une grotte entièrement remplie par un dépôt diluvial, qui y a pénétré évidemment par une ouverture existant à sa voûte; gisement remarquable, qui porte à présumer que les animaux dont nous retrouvons les ossemens dans les grottes, soit qu'ils périrent dans leur intérieur ou au dehors, furent détruits en même temps que ceux dont les restes se trouvent dans les brèches osseuses, par la dernière des grandes révolutions arrivées à la surface du globe, celle qui y a formé le terrain

d'atterrissement, dit *diluvien*. Quelle que soit au surplus l'hypothèse que l'on admette, on devra regarder comme constant, relativement à la grotte d'Échenoz, qu'après le laps de temps, fort long sans doute, nécessaire pour la formation de la croûte de stalagmite qui recouvre le dépôt ossifère, les eaux ont pénétré de nouveau dans cette grotte, et y ont laissé, postérieurement à ce dépôt, la couche d'argile dont est formée la partie supérieure de son sol.

Grotte de Fouvent.

Il existe à Fouvent, près Champlitte, trois grottes situées dans un calcaire compacte de couleur jaunâtre, dont la pâte est parsemée de lamelles de spath calcaire provenant de débris d'encrinites, avec veinules de chaux carbonatée, et qui offre une infinité de cavités demi-sphériques ayant en général la grandeur des nids d'hirondelle. Ce calcaire est analogue à celui dans lequel est creusée la grotte d'Osselles, près Besançon, et paraît appartenir comme lui au troisième étage jurassique; ses strates plongent régulièrement au sud-est sous un angle d'environ 8 degrés.

La première grotte dite *de Sainte Agathe* est un couloir sinueux, long d'environ 60 mètres, dont la largeur n'excède pas 2 mètres et dont la hauteur varie de 70 centimètres à 3 mètres: son entrée, qui a environ 2 mètres de hauteur sur un mètre de largeur, se trouve à plus de 80 mètres au dessus du niveau de la petite rivière du Vanon, qui coule dans un vallon étroit et profond. Le sol de cette grotte est composé d'une argile très onctueuse au toucher, et de couleur rouge,

dont l'épaisseur moyenne est de 75 centimètres : cette argile paraît de même nature que celle qui, dans les grottes d'Osselles et d'Echenoz, recouvre la croûte de stalagmite située au dessus des ossemens fossiles. Les fouilles que j'y ai fait faire, en plusieurs points, jusqu'à la rencontre du roc calcaire ne m'ont donné aucun indice d'ossemens.

La seconde grotte dite *de Saint-Martin* se trouve non loin de la première, mais à un niveau plus élevé d'environ 20 mètres par rapport au fond du vallon. Elle a la forme d'une demi-calotte sphérique dont le rayon et la hauteur sont d'environ 5 mètres : son sol n'offre qu'une mince couche d'argile diluvienne recouverte par quelques centimètres de terre végétale, qu'y ont amenée et qu'y transportent encore journellement les eaux pluviales. Les fouilles que j'ai fait faire dans cette cavité ont été aussi infructueuses que celles pratiquées dans la grotte de Sainte-Agathe.

La troisième grotte se trouve de l'autre côté du vallon, un peu au dessus du niveau de la rivière, dans le rocher qui borde le jardin du sieur Nicolas Guillaume, maître carrier, et forme un petit plateau. C'est dans cette grotte qu'on découvrit pour la première fois, en 1800, en voulant creuser une cave, des ossemens d'*ours*, d'*hyène*, d'*éléphant*, de *rhinocéros* et de *cheval*, qui furent envoyés à M. le baron Cuvier et décrits par lui dans son bel ouvrage sur les ossemens fossiles. Comme leur gisement n'a pas été indiqué d'une manière exacte, et que parmi les ossemens que j'ai obtenus par des fouilles faites en août 1827 il s'en trouve quelques uns appartenant à deux genres qu'on n'y a pas encore reconnus, j'ai pensé qu'il serait de quelque intérêt

de faire connaître le résultat de mes fouilles et de mes observations.

La grotte qui recèle les ossemens offre une particularité des plus remarquables, en ce qu'elle a été remplie entièrement par un dépôt diluvien. Son entrée actuelle n'est pas une ouverture naturelle; elle a été pratiquée pour le creusement d'une cave, ainsi qu'il a été dit ci-dessus, dans une crevasse que le rocher calcaire présentait en cet endroit, et quand on est dans l'intérieur de la grotte on voit très distinctement que l'ouverture naturelle, qui était fort petite, se trouvait au plafond, et qu'elle a été comblée par le dépôt diluvien qui a rempli cette cavité. Aujourd'hui la grotte est déblayée sur une étendue qui a environ 4 mètres de longueur sur 5 mètres de largeur et 2 mètres de hauteur, et on peut juger, par le contournement de sa voûte, qu'elle était primitivement peu spacieuse, et que le vide qu'elle offrirait, si elle était complètement déblayée, serait à peu près double du vide actuel. La partie supérieure de la grotte n'est éloignée que d'environ 2 mètres de la surface du plateau qui domine le jardin du sieur Nicolas Guillaume, et son sol, qui est incliné d'environ 10 degrés à l'horizon, comme les assises du terrain calcaire avoisinant, offre deux parties, dont l'une, plus élevée que l'autre d'environ 30 centimètres, forme une sorte de banquette large de 60 centimètres et longue de 4 mètres. Le dépôt diluvien dont elle est remplie se compose : 1°. d'une marne jaunâtre peu abondante; 2°. d'un grand nombre de morceaux anguleux, gros au plus comme le poing, de calcaire compacte, de même nature

que celui dans lequel la grotte est creusée, et de calcaire oolithique à pâte crayeuse, semblable à celui qui constitue plusieurs roches du voisinage; 3°. de cailloux de formes diverses, mais tous arrondis, dont la grosseur n'excède pas communément celle du poing et qui sont composés d'un calcaire siliceux, de couleur rougeâtre, ayant une cassure raboteuse : ces cailloux, qu'on nomme *chailles* et qui sont recherchés, à cause de leur dureté, pour l'entretien des routes, se trouvent en grand nombre dans le terrain d'atterrissement dont est formé le sol de beaucoup de plaines et de vallons du département de la Haute-Saône, et on les rencontre non seulement sur les revers, mais encore sur les plateaux des plus hautes montagnes calcaires : ils sont fort remarquables, en ce qu'ils renferment dans leur intérieur des pétrifications siliceuses d'écrevisses, d'oursins, d'encri-nites et de plusieurs autres animaux marins, dont les analogues existent dans le terrain jurassique; on les voit en place dans les marnes du troisième étage de ce terrain, où, selon toute apparence, ils ont été formés à la manière des concrétions par une sorte d'attraction moléculaire, qui a groupé le calcaire siliceux autour du noyau de silice qui a empâté et pétrifié les êtres organiques, et c'est sans doute la catastrophe à laquelle est dû le sol diluvial, qui les a isolés de leur gisement primitif et les a réunis aux autres débris des terrains anciens dont il est composé. Le sol de la grotte est immédiatement recouvert d'une couche d'argile rougeâtre, épaisse de quelques centimètres seulement; et c'est immédiatement au dessus de cette argile que se trouvent les ossemens pêle mêle avec la pierraille, sur une

hauteur, qui varie de 5 à 24 centimètres (2 à 9 pouces).

M. le baron Cuvier, à qui j'ai adressé les ossemens provenant de mes fouilles, a eu l'extrême complaisance de les examiner et de me faire connaître à quels genres d'animaux ils ont appartenu. Il résulte de la détermination qu'il a bien voulu faire, que j'ai trouvé dans la grotte de Fouvent : 1°. une extrémité de mâchoire inférieure, quatre dents et deux portions de bassin d'*éléphant*; 2°. deux dents molaires, l'une supérieure et l'autre inférieure, un métatarsien interne droit et une portion d'humérus de *rhinocéros*; 3°. une dent molaire supérieure, une portion de cubitus, un radius et deux métacarpiens d'*hyène*; 4°. plusieurs dents canines et incisives d'*ours* (*ursus spelæus*); 5°. six dents molaires et une portion d'humérus de *cheval*; 6°. une dent molaire supérieure, deux portions, l'une supérieure et l'autre inférieure du métatarsien, et une portion de tibia gauche de *bœuf*; 7°. enfin une portion de mâchoire inférieure portant deux dents molaires de *lion*. Les cinq premiers genres étaient connus par les fouilles faites en 1800; mais on n'avait pas encore recueilli d'ossemens de *bœuf* et de *lion*.

Le gisement de ces ossemens est bien différent de celui des ossemens trouvés dans les grottes d'Osselles, d'Echenoz et autres du même genre. Dans celles-ci, en effet, le dépôt diluvien ossifère ne recouvre le sol que sur une faible épaisseur, tandis qu'à Fouvent il remplit entièrement la grotte, et serait une véritable brèche osseuse si ses diverses parties étaient unies par un ciment. Il paraît hors de doute, d'après cela, que les animaux auxquels ont appartenu ces os-

semens sont morts à la surface du sol, et que leurs restes ont été transportés dans la grotte en même temps que le dépôt diluvien dans lequel ils sont disséminés. D'ailleurs, comme ce dépôt diluvien renferme des cailloux roulés tout à fait semblables à ceux qu'on trouve en grand nombre dans le sol diluvial de la contrée, il est très vraisemblable que les animaux dont nous retrouvons les restes périrent lors de la grande catastrophe qui forma notre terrain d'atterrissement dit *diluvien*, et que leurs ossemens furent transportés dans la grotte par l'inondation violente qu'elle occasiona. Il nous semble de plus que l'analogie qui existe entre le dépôt ossifère de Fouvent et les brèches osseuses, qui, dans le midi de la France et ailleurs, se trouvent dans les fentes de rochers, peuvent faire présumer que les animaux auxquels ont appartenu les ossemens des grottes et ceux des brèches osseuses furent contemporains; que la même révolution, la dernière de celles qui ont bouleversé la surface de notre globe, a fait périr ces divers animaux; que leurs ossemens, transportés par les eaux, pénétrèrent les uns dans les grottes, les autres dans les fentes de rochers, avec une partie du sol diluvial, et que c'est à une cause qui n'a agi que dans ces fentes, postérieurement à la translation des ossemens, qu'est due l'infiltration qui a converti en brèche osseuse le dépôt diluvien ossifère dont elles étaient remplies.

CHIMIE. (EXTRAITS DE JOURNAUX.)

I. *Extrait d'un mémoire sur le GAZ ACIDE CARBONIQUE ATMOSPHÉRIQUE; par M. Th. de Saussure.* (An. de Ch., t. 38, p. 411.)

Il résulte du grand nombre d'expériences que j'ai faites que l'air, par un temps calme, contient plus d'acide carbonique pendant la nuit que pendant le jour. Voici les principaux résultats :

Gaz acide carbonique dans 10000 d'air à midi.	Gaz acide carbonique dans 10000 d'air à 11 h. du soir.
22 mai 1827..... 5,81	..... 6,23
7 juillet..... 5,80	..... 6,20
3 septembre..... 5,61	..... 6,01
6 novembre..... 4,30	..... 4,86
31 mai 1828..... 4,75	..... 5,65
13 juin..... 5,06	..... 5,83
26 juin..... 5,39	..... 5,22
1 août..... 4,32	..... 6,06
12 août..... 4,29	..... 5,82

La quantité moyenne d'acide carbonique en volume, que 10000 d'air contiennent, au milieu du jour, est égale à 4,9 : le maximum est de 6,2 et le minimum de 3,7. La quantité d'acide carbonique des mois de décembre, janvier et février, au milieu du jour, est à celle de juin, juillet et août, dans le rapport de 100 à 77.

2. *Nouvelles recherches sur le maximum de DENSITÉ DE L'EAU SALÉE*; par M. le D^r. Erman fils. (An. de Ch., t. 38, p. 287.)

L'eau salée d'une pesanteur spécifique 1,027, qui représente à peu près l'eau de la mer, n'a point de maximum de condensation tant qu'elle reste liquide, et lors même qu'il s'y forme de la glace, la portion demeurée liquide augmente continuellement de densité.

L'eau salée d'une pesanteur spécifique 1,020 n'a également point de maximum de condensation, ou du moins n'a pas un maximum sensiblement éloigné de 2°,25, qui est le terme de la congélation.

L'eau salée d'une pesanteur spécifique 1,010 a un maximum, mais plus bas que l'eau pure; car son maximum répond à 1°,50.

Il paraît donc que le mélange du muriate de soude fait reculer le point du maximum de densité de l'eau ou le fait tout à fait évanouir.

3. *Sur un phénomène extraordinaire concernant l'influence continue qu'exerce LE CONTACT DE MÉTAUX HÉTÉROGÈNES sur leurs propriétés chimiques long-temps après que ce contact a cessé*; par M. A. Van-Beek, de l'institut des Pays-Bas. (An. de Ch., t. 38, p. 49.)

Le cuivre est promptement oxidé par l'eau de mer; mais il est préservé de l'action de ce liquide lorsqu'il est en contact avec du fer, du zinc ou de l'étain: dans ce cas, ce sont ces derniers métaux qui s'oxident. Le cuivre est encore préservé lorsque, étant placé dans un vase plein d'eau de

mer, il communique, par un fil de platine, avec un morceau de fer placé dans un second vase plein d'eau de mer, et communiquant avec le premier par une mèche de coton imbibée. Ayant laissé agir un appareil disposé de cette manière pendant quarante-sept jours, et ayant coupé le fil de platine et retiré la plaque de fer, ainsi que la mèche de coton, je vis, à ma grande surprise, que le cuivre, resté seul dans l'eau de mer, ne s'oxidait pas: cependant, l'eau du vase n'avait pas perdu la faculté d'oxidier le cuivre; car ayant pris une certaine quantité de ce fluide, un autre morceau de cuivre qui y fut placé s'oxida dès le premier jour. D'un autre côté, le cuivre du vase avait conservé la propriété de s'oxidier dans de l'eau de mer qui n'avait pas servi à l'expérience. Il paraît donc que le phénomène curieux de la préservation du cuivre est dû à une propriété combinée du cuivre et du fluide dans lequel il était plongé; l'action électrique continue après que la cause qui l'a produite a cessé.

4. *Extrait d'un mémoire sur la CONSTITUTION MÉCANIQUE DES FLUIDES ÉLASTIQUES*; par le prof. P. Prevost de Genève. (An. de Ch., t. 38, p. 41.)

Newton envisage les fluides élastiques comme discrets, et suppose que leurs particules se fuient mutuellement. Cette hypothèse étant posée, il détermine la loi de répulsion en ces termes: « Si la densité d'un fluide composé de particules » qui se fuient mutuellement est proportionnelle » à sa compression, les forces répulsives des par- » ticules sont en raison inverse des distances de » leurs centres, et réciproquement, etc. » Il dé-

montre cette proposition ; puis il y joint un scolie, où l'on trouve trois importantes remarques : 1°. l'exclusion de toute autre loi ; 2°. la restriction de l'assertion aux particules peu éloignées ; 3°. l'avertissement formel de n'envisager la répulsion, ou la fuite mutuelle des particules, que comme une hypothèse mathématique.

Un grand géomètre, dont la science porte le deuil, a traité le même sujet, et y a appliqué des propositions générales, fruit de son génie, et qui sur des objets d'un ordre supérieur ont répandu de vives lumières. Dans cette application, il a employé le calorique sous la forme d'un fluide soumis à des attractions et répulsions, dont la combinaison lui a paru fournir d'utiles résultats. Sans manquer au respect et à la reconnaissance dus à des hommes si justement célèbres, on peut, on doit même aborder sans crainte les sujets dont ils se sont occupés.

En parlant des fluides élastiques, le premier fait qui nous frappe est l'influence du *calorique*. Ce dernier mot représente pour nous un fluide, et même un fluide discret. C'est la seule *hypothèse* que nous nous permettons. Les élémens du calorique sont beaucoup plus petits que les molécules d'un gaz, qui cependant échappent à nos sens. Ces élémens, très abondans, mus avec rapidité, forment des courans en divers sens, connus sous le nom de *calorique rayonnant* et soumis à des lois aujourd'hui fort étudiées et suffisamment connues.

Admettant que les élémens caloriques sont des corps, nous leur appliquons les lois de la percussion, et nous concevons que de très petites masses (telles que les molécules d'un fluide) doi-

vent céder à leur impulsion, bien que sur des corps visibles l'expérience n'ait pu jusqu'ici attester les mêmes effets, à peu près comme un grain de poussière n'ébranle pas le bassin d'une balance.

Renonçant donc à l'emploi de toute autre force, nous tentons de fonder la théorie de l'élasticité des fluides aériformes sur l'action du calorique ainsi constitué, d'après les principes communs de la physique (les lois de la percussion, celles du rayonnement et en particulier de l'équilibre mobile). A cet effet, nous partons du point où Newton a porté cette théorie, c'est à dire qu'admettant la loi de Mariotte, nous prenons pour certain le principe que Newton en a déduit par une démonstration rigoureuse et incontestée. Il s'agit donc maintenant de voir s'il résulte de nos principes que l'espèce de répulsion des molécules d'un fluide que peuvent produire les courans caloriques est soumise à la loi que Newton a déterminée; si les molécules, livrées à l'impulsion des courans, doivent tendre à s'entre-écarter avec une force inversement proportionnelle à la distance des molécules, et encore si cette répulsion doit être limitée, comme l'indique le scolie joint par Newton à l'énoncé de la loi. Nous aurons aussi à dire un mot de certaines exceptions, puis à parler d'une autre loi relative aux variations de la température. Nous mentionnerons enfin quelques remarques qui terminent le mémoire, et qui y sont plus ou moins développées.

Nous considérons une masse d'air uniforme, dans laquelle nous limitons, par la pensée, une enceinte. Deux courans opposés y sont sans cesse

en activité. Le calorique entre et sort. Dans la masse et dans l'enceinte, tout étant supposé à l'état d'équilibre, les deux courans sont égaux.

Si l'enceinte était vide, ou si les molécules étaient perméables; si, par exemple, elles ne renaient le calorique que justement autant qu'il serait nécessaire pour le laisser sortir sous forme de rayonnement, l'équilibre (tout restant d'ailleurs dans le même état) subsisterait toujours sans que les courans subissent aucun changement.

Mais les molécules interceptent le calorique, l'absorbent jusqu'à un certain point et en retiennent une partie; puis elles émettent le reste. De ce qu'elles retiennent résulte une chaleur propre, qui produit elle-même un rayonnement ou une émission partielle. Il y a donc plus d'émanation moléculaire (ou de courant sortant) qu'il n'y en aurait sans ce nouveau rayonnement. Mais cet accroissement est loin de compenser la perte causée par l'absorption de tout ce qui est devenu pour les molécules une chaleur propre; car le rayonnement n'est qu'une partie (probablement assez petite) de toute la chaleur intérieure qui lui donne naissance.

Comparons maintenant les deux états où se trouve le rayonnement moléculaire; l'un avant, l'autre après les interceptions. Dans le premier, il était égal au courant entrant; dans le second, il est diminué de tout ce que les molécules ont emmagasiné. Dans cette dernière situation, il est à ce qu'il était, dans un rapport qui dépend de la densité du fluide, et qui a pour expression le carré de la distance d'une molécule à sa voisine: c'est ce qui résulte de la similitude des arrange-

mens moléculaires à toute densité; similitude qui entraîne celles des passages accordés au courant. Ainsi le courant sortant n'est plus égal à l'entrant. L'équilibre est rompu. Pour qu'il renaisse (comme on sait qu'en effet il doit renaitre), il faut qu'il s'opère une augmentation de rayonnement dans les molécules de l'enceinte; et cette augmentation doit être assujettie au rapport inverse de celui selon lequel le courant s'est trouvé affaibli par les interceptions.

Cela étant entendu, nous sommes en état de donner plus de précision à notre comparaison. Par les lois générales du rayonnement moléculaire, à l'époque où les molécules émettaient immédiatement tout le calorique qu'elles absorbaient, l'expression du rayonnement d'une molécule était le produit du rayonnement total (c'est à dire du courant entrant) par le cube de la distance mutuelle; car les molécules, au même instant sensible et fini, sont toutes au même degré de rayonnement (vu la rapidité des mouvemens du calorique), et la densité ou le nombre des molécules dans un même espace est inversement comme le cube de leur distance mutuelle. Après que les interceptions ont eu leur effet, nous venons de voir que l'intensité primitive du courant doit être multipliée par le rapport inverse du carré de la distance. Cette opération faite donne le rayonnement de chaque molécule directement proportionnel à la distance mutuelle des molécules (1).

(1) Nous abrégeons beaucoup cette suite d'assertions, dont le développement exige une distinction à faire entre deux cas (ou quelque expression qui y supplée). L'un est

Par ce rapport, l'égalité des deux courans (entrant et sortant) se trouve rétablie.

Ainsi, comme on devait s'y attendre, la chaleur et le rayonnement d'une molécule croissent lorsque la densité décroît, mais dans un rapport fort inférieur au rapport simple. En effet, la totalité des molécules devant fournir au courant sortant tout ce qu'il a perdu, chacune fournit d'autant plus qu'elles sont moins nombreuses; mais aussi lorsqu'elles sont peu nombreuses, les interceptions sont moins fréquentes et le passage est plus facile. Nous n'avons fait qu'apprécier des effets qu'il était aisé de prévoir. Ce premier pas de notre marche est le plus laborieux. Il avait pour objet de déterminer le rapport de la densité à l'intensité du rayonnement. Mais, quelle que soit cette intensité, il faut considérer, quant à l'effet impulsif, la quantité des rayons ou la partie du rayonnement qui, émanée d'une molécule, atteint sa voisine et tend à l'écartier; car de chaque point de sa surface sort un faisceau divergent de rayons, dont quelques uns seulement vont rencontrer la molécule qu'il s'agit de mouvoir. C'est donc à présent de cette partie que nous devons nous occuper, car elle constitue l'efficacité du rayonnement. Joignons les centres de nos deux molécules par une ligne, et fixons notre attention sur le pinceau de rayons qui sort de l'un des points de la surface de l'une d'elles, et dont l'axe se dirige vers l'autre. En appliquant

celui où quelque partie du courant qui entre dans l'enceinte le traverse sans rencontrer aucune molécule; l'autre, celui où aucune partie du courant ne traverse ainsi sans obstacle ou sans rencontre.

ici un raisonnement familier aux physiciens dans l'estimation des forces centrales, on reconnaîtra que l'efficacité du rayonnement de ce point (et par conséquent celle de tous les points de la même surface) est en raison inverse du carré de la distance des deux molécules (ou de la distance mutuelle des molécules en général).

Mais la force d'écartement produite par le rayonnement est en raison du nombre des rayons (supposés égaux), et ce nombre est lui-même en raison de l'intensité et de l'efficacité du rayonnement, en d'autres termes de la quantité des rayons émis par une molécule et de la partie de ces rayons qui atteint la molécule opposée. L'intensité a été reconnue proportionnelle à la distance directement, l'efficacité au carré inversement. Donc (en composant ces rapports) *la force d'écartement est inversement comme la distance mutuelle des molécules.*

Nous supprimons des détails utiles par lesquels certaines objections sont aisément prévenues, espérant que les lecteurs de cet extrait suppléeront à ces omissions ou voudront bien attendre, avant de céder à de telles difficultés, d'avoir pris connaissance du Mémoire. Mais nous n'omettrons pas de faire remarquer la parfaite coïncidence entre la limite assignée à la force d'écartement par la théorie newtonienne et la nature de cette force, telle que nous venons de la décrire. On voit en effet que le mouvement répulsif d'une molécule n'atteint jamais que sa plus proche voisine sur chaque direction; toute différente en cela des forces qui agissent d'une manière continue, et que n'interceptent point les obstacles intermédiaires, entre autres de cette attraction

générale que Newton sans doute avait surtout dans la pensée.

Le principe newtonien étant ainsi le résultat nécessaire de l'action impulsive du calorique, la loi de Mariotte se trouve expliquée. Sur une surface donnée, le nombre des points d'application est inversement comme le carré de la distance mutuelle; la force à chaque point est inversement comme cette même distance. La pression est donc inversement comme le cube, c'est à dire comme la densité (1).

Les exceptions à la loi naissent d'une compression ou d'une température qui passe certaines limites, et cet effet est presque évidemment analogue à la cause indiquée.

Il en est de même de la loi générale de M. Gay-Lussac relative à la force élastique d'un gaz de température variable et de densité constante.

Les applications immédiates dont il est question dans le Mémoire sont : 1°. l'effet d'une compression forte et brusque pour produire un échauffement considérable. On voit assez que les molécules, changeant de distance pour se rapprocher subitement, doivent, en un instant insensible, revêtir la chaleur diminuée qui convient à ce nouvel état, et par conséquent lâcher leur calorique; 2°. un thermomètre, plongé dans le gaz à diverses densités, ne changera pas ses indications, si la température extérieure à l'enceinte ne change pas, et si la densité n'est pas extrême, c'est à dire si elle permet quelque accès au thermomètre de la part des rayons non interceptés.

Enfin, après avoir considéré le calorique seul

(1) *Phil. nat. princip. math.* Lib. II, prop. 23.

comme agissant sur les molécules en repos, et avoir reconnu l'application de cet agent aux phénomènes, on peut se faire deux questions : 1°. le mouvement des molécules troublerait-il les lois que, dans l'état de repos, constatent à la fois l'expérience et la théorie? 2°. Le calorique est-il la cause unique de l'élasticité des fluides?

Sur la première question, il est probable que les mêmes effets moyens auraient lieu dans le cas du mouvement.

Sur la deuxième, il est possible que le calorique ne soit qu'une cause secondaire. La cause primaire, dont les effets seraient proportionnels à ceux que nous avons attribués au calorique, pourrait être l'agitation des molécules mues en sens divers. Deux physiciens exacts ont fait voir que de cette simple conception découle la loi de Mariotte.

Dans tout ce qui précède, nous avons fait abstraction du diamètre des molécules, à peu d'exceptions près. Ce n'est guère (vu la petitesse de ces corps) que dans les densités extrêmes que cette abstraction peut avoir des inconvénients; elle n'en a pas dans les cas généraux dont il a été constamment question.

5. *Note relative à l'influence de la densité sur la chaleur spécifique des gaz*; par M. P. Prevost. (*An. de Ch.*, t. 39, p. 194.)

MM. Aug. de la Rive et F. Marcet ont trouvé, par expérience, que la chaleur spécifique des gaz diminue en même temps que la pression, et également pour tous, suivant une progression très peu convergente et dans un rapport beaucoup

T. V, 1^{re} livr. 1829.

moindre que celui des pressions. (*An. des Mines*, t. III, p. 86.)

J'ai tenté d'appliquer au phénomène la théorie du calorique impulsif, exposé p. 25, et il m'a paru résulter du rapport qu'il établit entre les molécules d'un gaz et leur distance mutuelle que l'échauffement du gaz, en temps donné, doit être inversement comme la raison de la densité. Effectivement, en partant de cette loi et de l'une des données fournies par l'expérience à MM. de la Rive et Marcet, on arrive à très peu près à tous les nombres qu'ils ont obtenus, seulement on reconnaît que, dans les pressions inférieures, il intervient une cause étrangère qui retarde l'échauffement du gaz le moins dense.

6. *Sur la CHALEUR DÉVELOPPÉE PAR LA COMBUSTION*; par M. C. Despretz. (*An. de Ch.*, t. 37, p. 180.)

Pour 1 gr. d'oxygène, la chaleur dégagée dans la combustion est,

Pour l'hydrogène. . .	2578°
Pour le charbon. . .	2967°
Pour le fer.	5325°

Le phosphore, le zinc, l'étain dégagent des quantités de chaleur peu différentes de celle que dégage le fer.

7. *Mémoire sur LA COMBUSTION sous différentes pressions*; par M. C. Despretz. (*An. de Ch.*, t. 37, p. 182.)

La quantité de chaleur que développe un corps qui ne change pas de volume en se combinant avec du gaz oxygène est la même, quelle que soit la densité de ce gaz.

Je pense que la quantité de chaleur que dégage un corps qui réduit tout l'oxygène à l'état solide est d'autant moindre que la pression est plus élevée, et que la différence représente la chaleur perdue par le gaz oxygène dans la réduction de volume.

8. *Mémoire sur la PYROTECHNIE*; par M. Dolfas Ausset. (*Bul. de Mulhausen*, n°. 1, p. 29.)

En opérant avec une chaudière de Wolff présentant au feu une surface de 30^m de surface, j'ai trouvé que 200^k de houille ont porté 6,507^k d'eau de 0° à 100° en une heure: il s'ensuit que 1^k de houille produit 5^k de vapeur. 1^m de surface de chauffé a produit 33^k $\frac{1}{4}$ de vapeur par heure, pour lesquels on a brûlé 6^k $\frac{2}{3}$ de houille.

9. *Note sur la production du FROID ARTIFICIEL*; par M. Valker. (*An. de l'Indust.*, t. 1, p. 323.)

En dissolvant rapidement 6 onces de nitre, 6 onces de sel ammoniac dans 10 onces d'eau, on pourra amener une pinte d'eau de la température de + 10° à - 2°c: si l'on ajoute au mélange 4 $\frac{1}{2}$ onces de sel de Glauber cristallisé, l'abaissement de température sera de + 10° à - 5°c.

10. *Nouvelle théorie de la LAMPE DE SÛRETÉ*; par M. Libri. (*Mechanic's Magaz.*, 1827, p. 229.)

On sait que M. Davy attribue l'effet de sa lampe de sûreté à la propriété conductrice de la toile métallique, qui refroidit la flamme et empêche la combustion de se communiquer au gaz extérieur. Des expériences qui sont particulières

à M. Libri de Florence l'ont amené à changer cette théorie; il a vu que la flamme que venait toucher une tige s'infléchissait et semblait tourner autour d'elle, quels que fussent d'ailleurs la nature et le pouvoir conducteur de cette tige. Celle-ci créera donc une action répulsive sur la flamme. Si donc on conçoit deux tiges assez rapprochées l'une de l'autre pour que leur distance soit moindre que le rayon de la sphère de répulsion, il en résultera que la flamme ne devra pas passer entre elles : il en est de même à travers un réseau métallique. M. Libri pense que l'on pourrait, sans inconvéniens, faire les ouvertures beaucoup plus larges, et qu'alors la lumière serait incomparablement plus vive : c'est ce qu'il a d'ailleurs vérifié par des expériences directes.

II. COULEURS que diverses substances communiquent à la FLAMME DU CHALUMEAU; par Buzen-geiger. (Ann. des sc. nat. du Wurtemberg, 2^e. vol., 1828.)

La méthode indiquée par M. C. Gmelin pour reconnaître, par la couleur rouge de la flamme du chalumeau, la présence du lithion dans les minéraux, m'a engagé à faire à ce sujet des recherches plus générales. Je les ai faites, je crois, avec attention et sans préjugés, et je les présente avec confiance aux minéralogistes qui connaissent l'usage du chalumeau. Je pense devoir présenter d'abord quelques détails sur la manière d'opérer.

Je me sers d'une lampe faite exactement sur le modèle indiqué par M. Berzelius dans son Traité du chalumeau. Il est très-important que l'on puisse voir d'une manière distincte la flamme

bleue conique, et la vapeur bleue transparente qui l'enveloppe et la termine; je produis cette circonstance en coupant obliquement la mèche, la partie la plus élevée étant à droite, et en ouvrant longitudinalement la mèche pour introduire la pointe du chalumeau. Je me sers d'huile ordinaire à quinquet. On doit rejeter pour les expériences au chalumeau celle qui a été purifiée par l'acide sulfurique, vu qu'elle en retient toujours un peu, et qu'alors elle détériore la mèche et change la couleur de la vapeur extérieure. On reconnaît bientôt cette huile, parce que l'on est obligé de recouper souvent la mèche, qui se transforme en peu de temps en une matière boueuse, présentant la réaction du soufre. La mèche doit être faite avec du fil de coton écru, parce que le blanchiment se fait souvent avec du chlorure de chaux, qui communique à la vapeur extérieure une teinte jaune rougeâtre, ce que l'on doit éviter, puisque la couleur bleue est nécessaire pour le succès des expériences.

Quant à la manière de souffler, on doit acquiescer assez d'habileté pour pouvoir maintenir la flamme bleue conique, bien prononcée et de longueur constante, surtout sans que la flamme jaune vienne s'y mêler. On aperçoit alors la vapeur bleue extérieure, à moins que le jour ne soit trop fort : on doit donc faire ces expériences, le soir, dans une chambre obscure.

Pour faire les expériences, on saisit la pièce d'essai avec la pince de platine, et lorsque la flamme est dans un état convenable, on l'introduit avec précaution de bas en haut dedans la vapeur extérieure, devant la pointe bleue. La forme de la pièce d'essai dépend de circonstances particu-

lières; elle peut être en morceaux plus ou moins gros, en forme de coin, en aiguille ou en petite feuille. Souvent il est nécessaire de la pulvériser: alors on la met en pâte dans le creux de la main; on l'étend sur un charbon, on lui donne la forme convenable, et enfin on la chauffe jusqu'à ce qu'elle ait pris assez de consistance pour pouvoir être tenue avec la pince de platine.

Voici maintenant le phénomène qui se produit ordinairement. Quand on plonge la pièce d'essai devant le cône bleu dans la vapeur bleue, celle-ci est aussitôt remplacée par une atmosphère jaune rougeâtre, dont l'étendue et l'intensité dépendent de la nature du corps soumis à l'essai. Peu à peu cette atmosphère diminue et disparaît, alors un autre phénomène se produit; la vapeur bleue baigne l'épreuve sans être altérée et sans être à peine visible, ou bien elle prend une couleur qui varie avec la nature du corps, qui se volatilise à cette époque de l'expérience.

Couleur
rouge.

On ne connaît jusqu'ici que trois substances qui présentent la couleur rouge, ce sont la strontiane, la chaux et la lithine. La nuance est celle du carmin foncé.

Strontiane.

Le carbonate et le sulfate de strontiane offrent au premier instant une atmosphère faible, et bientôt elle est remplacée par la belle couleur rouge, qui est permanente. Le mélange de la baryte fait disparaître la réaction de la strontiane.

Chaux.

Le spath d'Islande et l'aragonite donnent une couleur un peu moins intense que celle produite par la strontiane, aussitôt que l'acide carbonique est chassé. Les calcaires impurs et les dolomies ne colorent pas la flamme en rouge ou ne la colorent que très faiblement. Le spath fluor donne une

couleur rouge intense, le sulfate de chaux n'en produit qu'une faible, le phosphate et le borate de chaux ne la font pas naître.

Quand on introduit à peine dans le dard bleu un morceau de forme aciculaire, d'une substance qui renferme de la lithine, bientôt après la fusion, paraît un trait rouge pourpre d'une grande intensité; mais la couleur disparaît promptement, et elle ne se montre de nouveau que si l'on introduit dans la flamme une partie de la pièce d'essai qui n'a pas encore été chauffée. Le pétalite d'uto, qui contient beaucoup de lithine, ne colore cependant que très faiblement la flamme en rouge.

Lithine.

La flamme extérieure du chalumeau est colorée en bleu clair par l'arsenic, en bleu un peu plus foncé par l'antimoine, et en beau bleu ciel par le plomb: avec de la galène antimoniale, le bleu est d'abord clair et devient ensuite bleu de ciel. Jusqu'ici je ne connais que trois substances qui donnent à la flamme une couleur verte; ce sont l'acide borique, la baryte et l'oxide de cuivre.

Couleur
bleu.
Arsenic, an-
timoine,
plomb.

Couleur
verte.

L'acide borique naturel et artificiel donne un beau vert; le borate de chaux, la datholite et la botriolithe donnent une couleur verte moins distincte; le borax produit une forte atmosphère rougeâtre, et ne montre la couleur verte que si on l'arrose préalablement avec de l'acide sulfurique.

Acide
borique.

J'ai essayé, pour reconnaître la présence de l'acide borique, d'employer le flux indiqué par M. Turner, composé de fluat de chaux et de bisulfate de potasse; mais ces tentatives ne m'ont pas réussi, probablement par défaut d'habitude.

Quoi qu'il en soit, tous les minéraux que M. Turner a vu colorer la flamme en vert en les mêlant avec son flux m'ont donné la même réaction en les introduisant avec quelque précaution dans la flamme bleue, sans les mélanger avec aucun réactif.

Baryte. Tous les minéraux qui contiennent de la baryte colorent la flamme en vert clair tirant sur le blanc; la réaction est très prononcée: la couleur ne se montre que quand la matière commence à fondre; mais elle devient de plus en plus belle et dure long-temps.

Cuivre. La plupart des minéraux qui contiennent du cuivre, même en très petite quantité, donnent, à la pointe du dard bleu, une belle couleur verte. Les minéraux de plomb qui contiennent un peu de cuivre produisent une flamme d'un beau bleu, dont l'extrémité est verte.

12. *Table des POIDS ATOMISTIQUES des corps simples et de leurs oxides, d'après les analyses les plus exactes et les plus récentes; par M. J. Berzelius. (An. de Ch., t. 38, p. 426.)*

Noms.	Formules.	Oxigène=100.	Hydrogène=1.
Oxigène.	$\overline{\text{O}}$	100,0000	16,026
Hydrogène.	$\overline{\text{H}}$	6,2398	1,000
	$\overline{\text{H}}^{(1)}$	12,4796	2,000
Azote.	$\overline{\text{N}}$	88,518	14,186
	$\overline{\text{N}}$	177,036	28,372

(1) Les lettres avec une barre au dessous indiquent 2 atomes. M. Berzelius coupe la lettre par un trait; mais, faute de caractères, on a mis un trait *au dessous* de la lettre.

Nombre.	Formules.	Oxigène=100.	Hydrogène=1.
Soufre.	$\overline{\text{S}}$ $\overline{\text{S}}$	201,165 402,330	32,239 64,478
Phosphore.	$\overline{\text{P}}$ $\overline{\text{P}}$	196,155 392,310	31,436 62,872
Chlore.	$\overline{\text{Cl}}$ $\overline{\text{Cl}}$	221,325 442,650	35,470 70,940
Brome (Liebig).	$\overline{\text{Br}}$ $\overline{\text{I}}$	941,100 768,781	150,821 123,206
Iode.	$\overline{\text{I}}$ $\overline{\text{I}}$	1537,562	246,412
Fluor.	$\overline{\text{F}}$ $\overline{\text{F}}$	116,900 233,800	18,734 37,469
Carbone.	$\overline{\text{C}}$ $\overline{\text{C}}$	76,437 152,875	12,250 24,500
Bore.	$\overline{\text{B}}$ $\overline{\text{B}}$	135,983 271,966	21,793 43,586
Silicium.	$\overline{\text{Si}}$	277,478	44,469
Sélénium.	$\overline{\text{Se}}$	494,582	79,263
Arsenic.	$\overline{\text{As}}$ $\overline{\text{As}}$	470,042 940,084	75,329 150,659
Chrome.	$\overline{\text{Cr}}$ $\overline{\text{Cr}}$	351,819 703,638	56,383 112,766
Molybdène.	$\overline{\text{Mo}}$	598,525	95,920
Tungstène.	$\overline{\text{W}}$	1183,200	189,621
Antimoine.	$\overline{\text{Sb}}$ $\overline{\text{Sb}}$	806,452 1612,904	129,243 258,486
Tellure.	$\overline{\text{Te}}$	806,452	129,243
Columbium.	$\overline{\text{Ta}}$ $\overline{\text{Ta}}$	1153,715 2307,430	184,896 369,792
Titane.	$\overline{\text{Ti}}$	389,092	62,356
Or.	$\overline{\text{Au}}$ $\overline{\text{Au}}$	1243,013 2486,026	199,207 398,415
Platine.	$\overline{\text{Pt}}$	1215,220	194,753
Rhodium.	$\overline{\text{R}}$ $\overline{\text{R}}$	750,680 1501,360	120,35 240,610

Noms.	Formules.	Oxigène=100.	Hydrogène=1.
Palladium.....	Pd	714,618	114,526
Argent.....	Ag	1351,607	216,611
Mercure.....	Hg	1265,822	202,863
	Hg	2531,645	405,755
Cuivre.....	Cu	395,695	63,415
	Cu	791,390	126,829
Urane.....	U	2711,360	434,527
	U	5422,720	869,154
Bismuth.....	Bi	1330,376	213,208
	Bi	2660,752	426,416
Étain.....	Sn	735,294	117,839
Plomb.....	Pb	1294,498	207,458
	Pb	2588,996	414,917
Cadmium.....	Cd	696,769	111,665
Zinc.....	Zn	403,226	64,621
Nickel.....	Ni	369,675	59,245
Cobalt.....	Co	368,991	59,135
	Co	737,982	118,270
Fer.....	Fe	339,213	54,363
	Fe	678,426	108,725
Manganèse.....	Mn	355,787	57,019
	Mn	711,575	114,038
Cérium.....	Ce	574,718	92,105
	Ce	1149,436	184,210
Zirconium.....	Zr	420,238	67,348
	Zr	840,476	134,696
Yttrium.....	Y	401,840	64,395
Glucinium.....	Be	351,479	53,123
	Be	662,958	106,247
Aluminium.....	Al	171,167	27,431
	Al	342,334	54,863
Magnésium.....	Mg	158,353	25,378
Calcium.....	Ca	256,019	41,030
Strontium.....	Sr	547,285	87,709

Noms.	Formules.	Oxigène=100.	Hydrogène=1.
Barium.....	Ba	856,880	137,325
Lithium.....	L	127,757	20,474
Sodium.....	Na	290,897	46,620
	Na	581,794	93,239
Potassium.....	K	489,916	78,515
Ammoniaque.....	NH ³	214,474	34,372
Cyanogène.....	NC	329,911	52,872
A. hydrosulfuriqu.	HS	213,644	34,239
A. hydrochloriqu.	HCl	455,129	72,940
A. hydrocyaniqu.	HNC	342,390	54,872
Eau.....	H	112,479	18,026
Oxidule d'azote..	N	277,036	44,398
Oxide d'azote....	N	188,518	30,212
A. nitreux (1)...	N	477,036	76,449
A. nitrique.....	N	677,036	108,503
A. hyposulfureux.	S	301,165	48,265
A. sulfureux.....	S	401,165	64,291
A. hyposulfurique.	S	902,330	144,609
A. sulfurique.....	S	501,165	80,317
A. phosphorique.	P	892,310	143,003
A. chlorique.....	Cl	942,650	151,071
A. chloriq. oxigéné	Cl	1042,650	167,097
A. iodique.....	I	2037,462	326,543
A. carbonique....	C	276,437	44,302

(1) A. hyponitieux des chimistes français.

Noms.	Formules.	Oxigène=100.	Hydrogène=1.
A. oxalique.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{C}}$	452,875	72,578
A. borique.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{B}}$	871,066	139,743
A. silicique.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Si}}$	577,478	92,548
A. sélénieux	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Se}}$	694,582	111,315
A. sélénique.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Se}}$	794,582	127,341
A. arsénieux.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{As}}$	1440,084	230,790
Oxidule de chrome	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Cr}}$	1003,638	160,845
A. chromique.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Cr}}$	651,819	104,462
A. molybdique. . . .	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Mo}}$	898,525	143,999
A. tungstique.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{W}}$	1483,200	237,700
Oxide d'antimoine.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Sb}}$	1912,904	306,565
A. antimonieux. . . .	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Sb}}$	1006,452	161,296
	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Sb}}$	2012,904	322,591
A. antimonique. . . .	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Sb}}$	2112,904	338,617
Oxide de tellure. . . .	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Te}}$	1006,452	161,296
A. colombique.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Ta}}$	2607,430	417,871
A. titanique.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Ti}}$	589,092	94,409
Oxidule d'or.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Au}}$	2586,022	414,441
Oxide d'or.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Au}}$	2786,026	446,493
Oxide de platine. . . .	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Pt}}$	1415,220	226,806
Oxide de rhodium. . . .	$\overset{\cdot\cdot}{\text{R}}$	1801,360	228,689
Oxid. de palladium.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Pd}}$	814,618	130,552
Oxide d'argent.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Ag}}$	1451,607	232,637
Oxidul. de mercure	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Hg}}$	2631,645	421,752
Oxide de mercure.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Hg}}$	1365,822	218,889

Noms.	Formules.	Oxigène=100.	Hydrogène=1.
Oxidule de cuivre.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Cu}}$	891,390	142,856
Oxide de cuivre. . . .	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Cu}}$	495,695	79,441
Oxidule d'urane. . . .	$\overset{\cdot\cdot}{\text{U}}$	2811,360	450,553
Oxide d'urane.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{U}}$	5722,720	917,132
Oxide de bismuth.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Bi}}$	2960,752	474,495
Oxidule d'étain.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Sn}}$	835,294	133,866
Oxide d'étain.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Sn}}$	935,294	149,892
Oxide de plomb.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Pb}}$	1394,498	223,484
Minium.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Pb}}$	2888,996	462,995
Ox. brun de plomb.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Pb}}$	1494,498	239,511
Oxide de cadminm.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Cd}}$	796,767	127,691
Oxide de zinc.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Zn}}$	503,226	80,649
Oxide de nickel.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Ni}}$	469,675	75,271
Oxide de cobalt.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Co}}$	468,991	75,161
Peroxide de cobalt.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Co}}$	1037,982	166,349
Oxidule de fer.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Fe}}$	439,213	70,389
Oxide de fer.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Fe}}$	978,426	156,804
Oxidul. de mangan.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Mn}}$	455,787	73,045
Oxide de manganès.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Mn}}$	1011,575	162,117
Perox. de mangan.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Mn}}$	555,758	89,071
A. manganésique. . . .	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Mn}}$	1211,575	194,169
Oxidule de cérium.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Ce}}$	674,718	108,132
Oxide de cérium.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Ce}}$	1449,436	232,289
Zircone.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Zr}}$	1140,476	182,775
Yttria.	$\overset{\cdot\cdot}{\text{Y}}$	501,840	80,425

Noms.	Formules.	Oxigène=100.	Hydrogèn.=1.
Glucine.	$\overline{\text{Be}}$	962,958	154,325
Alumine.	$\overline{\text{Al}}$	642,334	102,942
Magnésie.	$\overline{\text{Mg}}$	258,353	41,404
Chaux.	$\overline{\text{Ca}}$	356,019	57,056
Strontiane.	$\overline{\text{Sr}}$	647,285	103,735
Baryte.	$\overline{\text{Ba}}$	956,880	153,351
Lithine.	$\overline{\text{L}}$	227,757	36,501
Soude.	$\overline{\text{Na}}$	390,897	62,646
Peroxid. de soude.	$\overline{\text{Na}}$	881,794	141,318
Potasse.	$\overline{\text{K}}$	589,916	94,541
Perox. de potasse..	$\overline{\text{K}}$	789,916	126,593
Sulfate de potasse.	$\overline{\text{K}} \overline{\text{S}}$	1091,081	174,859
Sulf. d'oxid. de fer.	$\overline{\text{Fe}} \overline{\text{S}}$	940,378	150,706
Sulf. d'oxide de fer.	$\overline{\text{Fe}} \overline{\text{S}}^3$	2481,906	397,754
Chlorure de fer. . .	$\overline{\text{Fe}} \overline{\text{Cl}}$	781,863	125,303
Chloride de fer. . . .	$\overline{\text{Fe}} \overline{\text{Cl}}^3$	2006,376	321,545
Chlor. de mercure.	$\overline{\text{Hg}} \overline{\text{Cl}}$	2974,295	476,666
Chloride de merc..	$\overline{\text{Hg}} \overline{\text{Cl}}$	1708,472	273,803
Cyanoferrure de potas- sium.	$\overline{\text{Fe}} \overline{\text{NC}} + 2\overline{\text{KNC}}$	2303,778	370,008
Alun.	$\overline{\text{K}} \overline{\text{S}} + \overline{\text{Al}} \overline{\text{S}}^3 + 24\overline{\text{H}}$	5936,406	951,378
Feldspath.	$\overline{\text{K}} \overline{\text{Si}} + \overline{\text{Al}} \overline{\text{Si}}^3$	3542,162	567,673

13. APPAREIL employé pour analyser les substances simples alimentaires; par M. W. Prout. (Trans. philos., 1827.)

La méthode de M. William Prout est fondée sur les principes suivans, qui sont bien connus. Lorsqu'un produit organique contenant trois élémens, hydrogène, carbone et oxigène, est brûlé dans le gaz oxigène, il arrive nécessairement une des trois choses suivantes: 1°. le volume originel du gaz oxigène *peut rester le même*, auquel cas *l'hydrogène et l'oxigène de la substance doivent y exister dans les mêmes proportions dans lesquelles ils existent dans l'eau*; car on sait que le gaz oxigène, en se convertissant en gaz acide carbonique, ne change pas de volume; 2°. le volume primitif du gaz peut être augmenté, cas auquel l'oxigène doit exister dans la substance dans une proportion plus grande que celle dans laquelle il existe dans l'eau; 3°. enfin le volume primitif du gaz peut être *diminué*, auquel cas l'hydrogène doit prédominer (1):

Il suit de là que, dans le premier de ces cas, la composition d'une substance peut être déterminée par la simple mesure de la quantité de gaz acide carbonique, fournie par une quantité donnée de cette même substance; tandis que, dans les deux autres cas, la composition de

(1) Ce mode d'analyse est, comme l'on voit, une modification de celui de M. Théodore de Saussure, qui s'est également servi, pour l'analyse des substances organiques, de la combustion directe dans l'oxigène.

la substance peut être facilement déterminée au moyen des mêmes données et en notant l'accroissement ou la diminution du volume primitif de gaz oxygène employé. Tels sont les principes simples et universellement admis, sur lesquels se fonde la méthode suivante d'analyse. La seule nouveauté qu'elle présente repose donc toute entière dans la forme de l'appareil; et j'espère que la description sommaire qui va suivre et les figures qui l'accompagnent donneront tous les éclaircissemens désirables.

Description de l'appareil.

La *fig. 1*, Pl. 1, représente une élévation vue de face de la totalité de l'appareil prêt à fonctionner; AB est une plate-forme de deux pieds carrés, environnée d'un rebord de deux pouces et demi de haut environ pour arrêter le mercure qui pourrait tomber, et pourvue de quatre vis de rappel, au moyen desquelles elle peut être placée dans une parfaite horizontalité (C, C sont des coupes verticales de deux de ces vis). Sur cette plate-forme, comme on le voit sur la planche, sont fixés perpendiculairement quatre montans carrés, D, E, D, E, d'environ quatre pieds et demi de haut, au sommet desquels se trouve placée une autre petite plate-forme F, F, d'environ quatre pouces de large, et qui peut être fixée ou enlevée à volonté au moyen des chevilles de cuivre *ab*, *ab*. I, I sont des tubes de verre gradués avec le plus grand soin jusqu'aux centièmes de pouce cube, et qui sont mastiqués à leur base dans des tubes de fer semi-circulaires assujettis dans les traverses K, K (comme le représentent les lignes ponctuées). Ces tubes de fer

excèdent un peu la pièce de bois à la partie inférieure, où ils sont pourvus de robinets en fer S, S, pour retirer le mercure quand cela est nécessaire. A l'autre extrémité de ces tubes semi-circulaires, sont également fixés les tubes de verre L, L (de plus petites dimensions, un peu plus longs que les tubes I, I), et formant avec eux, quand on les prend ensemble, des siphons renversés. Les plus petits tubes L, L sont représentés comme surmontés d'entonnoirs R, R, munis de robinets pour permettre au mercure d'y couler avec la rapidité qu'on juge convenable. Au sommet des plus larges tubes I, I sont fixés les robinets verticaux M, M, dont la figure 2 présente une coupe perpendiculaire sur une échelle agrandie et qui rend la construction si claire, qu'il suffira d'ajouter que la coupe *d* est remplie d'huile, et que le bouchon *b*, qui est carré à la partie supérieure et adapté à une clef, est muni d'une virole, sur laquelle repose la tête de la vis *c*; ce qui permet de serrer cette vis à volonté.

Sur la plate-forme F, F (*fig. 1*) est une pièce mince de bois, susceptible d'être élevée ou abaissée à volonté, par le moyen des vis O, O; sur cette pièce de bois est placée la lampe Q, à la distance qui sera nécessaire du tube P. La *fig. 3* est une vue agrandie de cette lampe. Elle consiste en deux réservoirs *d*, *e*, pour contenir l'esprit de vin, unis ensemble au moyen d'un tube *f*, sur lequel sont placés à la distance l'un de l'autre d'environ un tiers de pouce un certain nombre de becs verticaux *g*, *g*, etc., d'environ un douzième de pouce de diamètre, de trois quarts de pouce de long, et faits aussi minces que possible

dans le dessein de prévenir la communication de la chaleur. Ces brûloirs sont tous garnis de quelques fils de coton et sont un peu courbés alternativement comme les dents d'une scie, afin que leur flamme puisse envelopper le tube P (*fig. 1*) plus complètement. *h* est un couvercle pour la mèche de la lampe lorsqu'on cesse de s'en servir. Le tube P (*fig. 1*) est de verre vert ou verre de bouteille, médiocrement épais et d'environ un cinquième de pouce de diamètre intérieur. Il est fixé entre les prolongemens horizontaux des robinets M, M; quand il le faut, la totalité ou une partie de ce tube peut être chauffée au moyen de la lampe Q, au gré de l'opérateur.

Quand on veut employer l'appareil, les deux siphons gazomètres doivent être remplis de mercure, et une petite cornue en verre vert contenant la quantité nécessaire de chlorate de potasse (préalablement chauffée, de manière à chasser complètement l'air ordinaire et pour le remplir de gaz oxygène) doit être fixée à l'un des robinets, comme le représente la *fig. 4*, au moyen d'un tube de caoutchouc; il faut alors appliquer la chaleur et introduire dans le tube 1 la quantité de gaz oxygène nécessaire. Quand le tout a pris la température de l'atmosphère, la quantité exacte du gaz doit être soigneusement notée aussi bien que l'état du baromètre et du thermomètre au même instant. Le tube P, contenant la substance à analyser, doit être alors solidement fixé entre les robinets *m, m*, et soumis à la chaleur, durant laquelle le gaz oxygène doit être transporté d'un siphon à l'autre à

travers le tube rouge avec la rapidité convenable, facile à régler au moyen des robinets des entonnoirs R, R, et du robinet S du siphon opposé.

Tel est l'ensemble de l'appareil et tels sont les principes selon lesquels il fonctionne; mais peut-être quelques remarques pratiques sur certaines des circonstances auxquelles il faut veiller lorsqu'on l'emploie ne sembleront pas superflues.

La substance à analyser peut être placée dans une petite capsule de platine, introduite seule dans le tube P et graduellement soumise à l'action de la chaleur et du gaz oxygène. Mais ceci ne convient pas aux composés organiques, parce qu'une portion de ces composés est de nature à échapper à la combustion. Une autre méthode consiste à mêler la substance avec du sable siliceux pur et à maintenir le mélange au centre du tube par le moyen de l'asbeste; mais cette méthode échoue souvent, à moins qu'il n'y ait environ un pouce d'oxide de cuivre à chaque extrémité du tube, qui doit être maintenu à la chaleur rouge durant l'expérience; et dans ce cas cette méthode réussit complètement avec un grand nombre de substances. Une autre méthode, et c'est celle qui réussit le plus généralement, consiste à mêler la substance avec du peroxide de cuivre, à les chauffer ensemble dans le tube d'abord, et puis ensuite à ouvrir le robinet du gaz oxygène et à faire passer celui-ci à travers l'oxide en ignition et partiellement réduit, qui par ce moyen repasse à l'état de peroxide; et les portions de la substance qui au-

raient échappé à une complète combustion dans la première partie de l'expérience seraient alors complètement brûlées. Cette dernière méthode est aussi celle qu'on emploie lorsqu'il est nécessaire de déterminer la quantité de gaz acide carbonique fournie par une quantité donnée d'une substance quelconque; seulement, dans ce cas, le gaz oxygène n'est pas nécessaire, et le contenu du tube P. doit être enlevé, bien trituré, et soumis à la chaleur une seconde fois. S'il était nécessaire d'analyser le gaz formé, un moyen de le déplacer du tube est indiqué à la *fig. 5*, et d'autres se présenteront sans peine au chimiste praticien.

Parmi les avantages de cet appareil et de ce mode d'analyse pour les composés organiques, on compte les suivans. D'abord, et c'est le plus important de tous, *il n'y a rien à craindre de l'humidité*. Que la substance à analyser soit naturellement hydratée, ou dans quelque état qu'elle soit par rapport à l'eau, les résultats n'en seront point affectés, et le grand problème de savoir si l'hydrogène et l'oxygène existent dans la substance dans les proportions convenables pour former de l'eau, ou si l'hydrogène ou l'oxygène prédomine, sera toujours résolu avec une égale évidence, et cela (bien entendu dans de certaines limites) indépendamment du poids de la substance sur laquelle on opère. Cependant lorsqu'on a pour objet de déterminer les quantités de gaz acide carbonique et d'eau fournies par une substance, il est nécessaire d'opérer sur un poids connu; mais ce poids, une fois déterminé, on ne doit pas craindre, comme dans les méthodes ordinaires, d'exposer

la substance à l'atmosphère aussi long-temps que cela est nécessaire. Les propriétés hygrométriques de l'oxide de cuivre, aussi bien que la propriété qu'il a de condenser l'air, sont sans influence; car le tout, à la fin de l'expérience, étant laissé précisément dans le même état où il était au commencement, la même condensation doit avoir lieu, et les petites différences qui peuvent exister deviennent absolument sans importance, vu le volume de gaz oxygène sur lequel on opère, volume qui dans tous les cas devra être beaucoup plus considérable que celui du gaz acide carbonique formé. Un autre avantage de cette méthode est d'assurer une combustion beaucoup plus parfaite qu'aucune méthode que je connaisse. On peut aussi recueillir et estimer la quantité d'eau, chose assez difficile dans le procédé généralement suivi et susceptible d'erreurs accidentelles sans nombre, outre celles déjà mentionnées et qu'il est impossible de prévenir ou d'apprécier. Ici, au contraire, les résultats sont constans, faciles à vérifier et beaucoup moins sujets à erreur.

14. *Note sur le même sujet*; par M. Sérullas. (An. de Ch., t. 29, p. 182.)

On peut suppléer au défaut de l'appareil assez compliqué de M. Prout pour l'analyse des substances organiques, en employant simplement un tube assez long, du diamètre ordinaire pour cette opération. On place la substance, pilée et soigneusement mêlée avec de l'oxide de cuivre

dans le milieu du tube, et les deux côtés sont remplis, sans tassement, d'oxide de cuivre.

On a deux éprouvettes à pied remplies de mercure, deux cloches graduées, et, pour chacune, un tube à branches verticales parallèles; le tout disposé de la même manière que MM. Gay-Lussac et Liebig l'ont indiqué par l'analyse des fulminates. (T. X, p. 169.)

On adapte chaque bout du tube qui contient le mélange à chaque tube conducteur des deux cloches, puis on y fait passer une quantité suffisante d'oxigène: le niveau des deux cloches étant noté, on chauffe le tube horizontal, en commençant par les extrémités pour arriver au centre: alors on presse doucement la cloche contenant l'oxigène, pour lui faire traverser le tube et passer dans l'autre cloche. Un aide soulève celle-ci à mesure qu'elle se remplit, et l'abaisse à son tour pour repousser le gaz de l'autre côté. On réitère un grand nombre de fois cette manœuvre, qui a pour but de faire circuler, comme on le faisait avec une vessie, l'oxigène sur l'oxide de cuivre fortement chauffé, afin de lui restituer tout l'oxigène qu'il a pu céder dans la combustion de la substance soumise à l'analyse. Après le refroidissement, la pression et la température étant notées, on apprécie, avec les précautions accoutumées, la diminution ou l'augmentation de volume.

15. *Description d'un APPAREIL très simple pour saturer d'un gaz et sans perte un liquide quelconque*; par M. Hessel. (Jahib. de Ch., 1827, p. 364.)

Le gaz dont on veut charger le liquide est

renfermé dans une vessie, qui communique, au moyen d'un cylindre creux, avec un tuyau élastique (un boyau, etc.), et le tuyau est adapté au bocal qui contient le liquide et qui ne doit pas être entièrement plein. Le vase est fermé par un bouchon de liège percé de deux trous: dans l'un de ces trous passe un tube ouvert qui plonge dans le liquide, l'autre est muni d'une soupape, qui s'ouvre de bas en haut.

Lorsqu'on presse la vessie, le gaz parcourt le tube élastique, pénètre dans le tube de verre et traverse le liquide. La portion qui ne se dissout pas s'amasse à la partie supérieure du vase ou rentre dans la vessie en soulevant la soupape; mais, par des pressions réitérées, on peut le faire passer dans le liquide, jusqu'à ce que celui-ci soit complètement saturé.

16. *Note sur UN MOYEN DE RECUEILLIR L'AIR contenant de l'acide carbonique et de l'acide hydrosulfurique*; par M. Gaultier de Claubry. (An. de Ch., t. 35, p. 380.)

Lorsque l'on veut recueillir de l'air qui contient de l'acide carbonique et de l'acide hydrosulfurique, on se sert de mercure, parce que l'eau absorbe les deux acides. J'ai trouvé que l'on peut remplacer la mesure par une solution de sulfate de magnésie saturée à froid.

17. *Observations sur l'alcalinité de l'HYDROGÈNE BICARBONÉ*; par M. Robiquet. (J. de Phar., 1828, p. 323.)

Dans leur mémoire sur les éthers composés,

MM. Dumas et Boullay disent qu'avant leur travail les éthers du troisième genre étaient considérés comme de véritables sels, dans lesquels l'alcool faisait fonction de base, et que rien n'autorisait à élever le plus léger doute sur des conclusions aussi sévèrement déduites des faits; je dois m'inscrire ici contre cette assertion et déclarer que je n'ai jamais admis cette opinion. Voici ce que j'ai écrit dans le *Dictionnaire de technologie* au sujet de l'éther acétique (T. 8, p. 315). « On ignore dans quelle proportion ses élémens sont combinés; mais généralement on le regarde comme uniquement formé d'alcool et d'acide acétique. Cependant, il faut l'avouer, il est bien difficile d'admettre un semblable résultat: comment concevoir, en effet, que de l'alcool qui, dans les circonstances ordinaires, montre une indifférence absolue pour les acides, devienne, dans quelques cas particuliers, susceptible de les saturer à la manière des alcalis les plus énergiques, et comment admettre encore que les acides végétaux, qui jouissent d'affinités si faibles, puissent contracter une union assez intime avec un corps qui n'est décidément pas alcalin, pour masquer leur propriété caractéristique, et ne paraît-il pas plus vraisemblable qu'il s'opère quelque mutation dans l'ordre des combinaisons des principes, et qu'il se passe là quelque chose d'analogue à ce qui a lieu dans la combinaison de l'acide oxalique avec l'oxide de plomb? Quant à moi, je demeure tout à fait convaincu qu'on est sur ce point fort éloigné de la vérité. »

MM. Dumas et Boullay regardent les éthers comme des sels formés d'un acide uni à une base nouvelle, et cette base est l'hydrogène bicar-

boné; mais en faisant pour un instant abstraction de la neutralité des éthers composés, comment concevoir que l'hydrogène bicarboné soit réellement un alcali et dans quelle autre occasion manifeste-t-il son alcalinité? On dit que son insolubilité ne permet pas de la rendre sensible. Cependant les chimistes admettent que l'eau en dissout environ $\frac{1}{2}$ de son volume, et cette proportion n'est-elle pas suffisante pour qu'un corps qui possède une énergie saturante égale à celle de l'ammoniaque puisse ramener au bleu le tournesol rougi? Et s'il est vrai, comme on l'a avancé, qu'on ait obtenu des composés solides et liquides, contenant les mêmes proportions d'hydrogène et de carbone que l'hydrogène bicarboné, comment expliquer que ces composés ne manifestent aucune alcalinité? Et d'ailleurs, si cette alcalinité de l'hydrogène bicarboné est telle qu'on le prétend, comment se fait-il qu'on n'en puisse opérer la combinaison directement avec les acides, et comment concevoir que, dans l'opération même que nous pratiquons pour nous procurer ce prétendu alcali, nous soyons obligés d'avoir recours à l'emploi d'un acide pour l'isoler des corps avec lesquels il est uni, et que cet acide le laisse dégager sans se combiner avec lui? Il y a plus, un autre acide prend naissance dans l'opération même et en même temps que l'hydrogène bicarboné; ils se dégagent simultanément, et certes les circonstances se trouvent bien, dans ce cas, les plus favorables possible à la combinaison: à quoi tient donc qu'elle ne s'effectue pas, etc.?

Je pense qu'on ne peut considérer les éthers que comme des composés dans lesquels les élé-

mens ne sont pas groupés deux à deux ou trois à trois, mais où ils interviennent chacun pour leur compte privé, et dont la réunion forme des composés neutres, qui ne sont comparables qu'à eux-mêmes et analogues à quelques combinaisons de corps simples non métalliques, tels que le carbure de soufre, les chlorures de phosphore, de soufre, d'azote, l'hydrogène carboné lui-même et tant d'autres.

18. *Sur les BROMURES et les IODURES DE CARBONE* ;
par M. Sérullas. (An. de Ch., t. 39, p. 225.)

Les composés que j'ai décrits sous les noms d'hydriodures de carbone sont, ainsi que M. Mitscherlich l'a constaté, des iodures et ne contiennent pas d'hydrogène. De nouvelles expériences m'ont appris aussi que le liquide produit par l'action du brome sur le periodure de carbone est un bromure, et qu'il diffère du composé que M. Balard obtint en mettant en contact du brome et de l'hydrogène carboné. On obtient le protoiodure, en distillant un mélange bien exact de parties égales de bichlorure de mercure et de periodure de carbone.

On obtient le bromure en versant deux parties de brome sur une partie de periodure de carbone. Il se forme en même temps un sous-bromure d'iode caractérisé par la séparation abondante d'iode, que détermine d'abord une dissolution de potasse caustique : conséquemment lorsque la disparition de l'iode est opérée par addition d'une suffisante quantité d'alcali, on a du bromure de carbone, de l'hydrobromate, de l'hydriodate et de l'iodate de potasse ; on met

le tout dans un entonnoir à robinet et, par un long repos, le bromure de carbone se rassemble, laissant l'iode, qui est peu soluble, isolé à la surface : on laisse séjourner ce produit sous l'eau alcalisée de potasse, la petite quantité de protoiodure qui s'est formée se décompose et le bromure reste pur.

Le protoiodure et le bromure de carbone ont absolument la même apparence, et possèdent un grand nombre de propriétés communes. Leur odeur est éthérée et pénétrante ; leur saveur suscitée très intense, persistante, un peu fraîche et piquante ; ils brûlent sans flamme. Ils sont un peu solubles dans l'eau et décomposés par ce liquide ; il se forme une matière blanche floconneuse, et la liqueur se colore par l'iode ou le brome mis en liberté : les dissolutions alcalines les décomposent lentement avec formation d'oxide de carbone et d'hydriodate ou d'hydrobromate.

Le protoiodure conserve sa liquidité à toutes les températures, et il se colore peu à peu en rouge foncé. Chauffé à la flamme de l'alcool, il produit des vapeurs violettes, qui colorent fortement de la gelée d'amidon qu'on leur présente.

Le bromure se solidifie à zéro ; il est alors dur et cristallin, et présente des lames parfaitement transparentes ; il devient roussâtre au bout d'un certain temps, et il donne des vapeurs de même couleur lorsqu'on le chauffe à la flamme de l'alcool.

J'ai analysé les iodures de carbone en les traitant par l'oxide de cuivre, recueillant l'acide carbonique, lavant le résidu à l'eau de potasse et

précipitant l'iode contenu dans la liqueur par le nitrate d'argent. J'y ai trouvé :

	Proto-iodure.	Periodure.
Carbone.	0,0462—1 at. . .	0,0313—2 at.
Iode.	0,9538—1 at. . .	0,9687—3 at.

19. *Moyens de découvrir la présence de l'ARSENIC dans le SOUFRE*; par MM. Geiger et Reimann. (Magazin de Pharm. 1827, p. 131.)

On fait digérer pendant quelque temps le soufre dans de l'ammoniaque et on filtre. On ajoute de l'acide muriatique à la liqueur, et elle donne un précipité jaune pour peu qu'il y ait de l'arsenic; s'il n'y a pas de précipité, on rapproche la dissolution jusqu'à ce qu'il n'en reste plus que quelques gouttes; on y ajoute un peu d'ammoniaque, puis de l'acide muriatique, et enfin de l'hydrogène sulfuré. Quelque petite que soit la quantité d'arsenic, elle est rendue sensible par le dépôt jaune qui se produit alors.

20. *Réduction de l'ARSENIC, DE SON SULFURE, pour des recherches médico-légales*; par M. J. Berzelius. (An. de Pog., 1828.)

On met le sulfure d'arsenic dans un tube de verre ouvert, du diamètre d'une plume à écrire et de 4 à 5 pouces de long; on tient le tube incliné et on grille le sulfure en le chauffant à son extrémité supérieure: sa vapeur, en traversant l'endroit chauffé, se brûle en totalité, pourvu que l'on conduise lentement le grillage. L'acide arsénieux cristallise, et on le réunit dans un seul

endroit. On tire le tube près de là; on rassemble l'acide arsénieux dans la partie étranglée, et on le réduit avec un fragment de charbon.

21. *Sur la réduction de l'ARSENIC DU SULFURE D'ARSENIC pour des recherches chimiques judiciaires.* (An. de Pog.)

Après avoir mêlé le sulfure d'arsenic avec du carbonate de soude et un peu d'eau, comme pour les essais au chalumeau, on l'introduit dans un tube tiré par un bout, à l'épaisseur d'une aiguille à tricoter, et ouvert à ses deux bouts. Mais comme il serait difficile de le porter dans un endroit voulu, on étend la masse humide avec la pointe du couteau dont on s'est servi pour faire le mélange, sur un petit morceau de verre tiré en pointe, et on introduit celui-ci dans le grand tube, à un pouce de son extrémité affilée. On chauffe le tube pour fondre le sulfure d'arsenic avec le carbonate de soude, puis on y fait passer un léger courant de gaz hydrogène préalablement desséché. Aussitôt que l'air est chassé, on chauffe au rouge à la lampe à esprit de vin, dont on peut, vers la fin, augmenter l'intensité au moyen du chalumeau. L'arsenic est réduit par l'hydrogène et se dépose dans la partie froide du tube, et au moyen de la lampe on le réunit dans la partie étranglée du tube, où il prend le brillant métallique: il se forme en même temps de l'hydrosulfate de sulfure de sodium.

On peut, par ce procédé, reconnaître sans le moindre doute l'arsenic provenant d'une parcelle impondérable de sulfure; on doit avoir l'attention de bien modérer le courant de gaz hydro-

gène et que l'acide sulfurique et le zinc avec lesquels on le prépare ne contiennent pas d'arsenic. Le mieux est d'employer de l'acide sulfurique distillé et du fer.

On réussit aussi très bien en faisant volatiliser le sulfure d'arsenic dans un tube de verre à travers du tartrate de chaux.

22. *Note sur l'IODURE D'ARSENIC*; par M. Plisson. *Rapport sur cette note*; par MM. Sérullas et Hottot. *Préparation de l'IODURE D'ARSENIC par voie humide et cristallisation de l'iode*; par M. Plisson. *Second rapport*; par MM. Sérullas et Hottot. (J. de Phar., 1828, p. 46, 49, 158 et 163.)

Si l'on chauffe jusqu'à l'ébullition 100 grammes d'iode et 30 grammes d'arsenic porphyrisé dans un matras contenant un litre d'eau, il se formera une dissolution incolore.

En évaporant cette dissolution sans le contact de l'air, elle laisse déposer l'iodure solide composé de :

Arsenic. . . . 0,1671—1 at.
Iode. 0,8329—3 at.

L'iodure solide, traité par l'eau, se décompose en acide hydriodique et en oxi-iodure, contenant beaucoup d'acide arsénieux et peu d'iodure d'arsenic : il paraît que cet oxi-iodure ne peut pas être complètement décomposé même par une très-grande quantité d'eau. La liqueur qui surnage l'oxi-iodure donne de l'acide hydriodique par la distillation et pour résidu un mélange d'acide arsénieux et d'iodure. La même dissolu-

tion, abandonnée pendant long-temps à l'air, en y ajoutant de l'eau de fontaine, finit par laisser de l'acide arsénieux à peu près pur; l'acide hydriodique, en liberté dans la liqueur, est décomposé peu à peu par l'oxigène de l'air, et l'iode s'évapore à mesure.

L'eau chargée d'iodure d'arsenic peut dissoudre un poids d'iode presque égal à celui de l'iodure : la liqueur, évaporée dans le vide au contact des corps avides d'humidité, dépose des cristaux d'iode en octaèdres aigus.

On prépare de l'iodure d'arsenic pur par voie sèche, en faisant fondre un mélange exact d'une p. d'arsenic pulvérisé et 3 p. d'iode : la plus légère chaleur suffit pour déterminer la combinaison, et la température s'élève d'elle-même très fortement. Sa combinaison se fait assez facilement, et l'arsenic en excès reste dans la cornue. Cet iodure est d'un rouge de laque, et se décompose par l'eau, comme on l'a vu, en acide arsénieux et acide hydriodique.

23. *Faits relatifs à l'ARSENIC*; par M. Fischer. (Arch. de Kastner, t. 11, p. 224.)

La présence d'une très petite quantité de bismuth rend l'arsenic extrêmement combustible.

Lorsqu'on suspend un morceau d'acide arsénieux dans de l'ammoniaque, il se fait un dépôt blanc visqueux, d'apparence cristalline, qui est de l'arsénite acide, et la liqueur retient de l'arsénite basique. Ces sels ont l'un et l'autre la réaction alcaline : ils se décomposent spontanément à l'air et laissent un résidu d'acide arsénieux.

L'arsénite acide est soluble dans l'ammoniaque

et mieux encore dans l'eau. C'est un réactif très sensible pour les sels de cuivre et d'argent et pour la dissolution de ces métaux dans l'ammoniaque, pourvu qu'il n'y ait pas d'excès d'alcali.

24. *Sur le TELLURE*; par M. Fischer. (An. de Pog., 1828, n^o. 6, p. 257.)

L'acide nitrique dissout facilement le tellure; la liqueur est incolore.

L'acide muriatique ne l'attaque pas sensiblement; l'eau régale le dissout aisément: la liqueur est légèrement jaunâtre; si on l'évapore à sec, le résidu est un chlorure pur, que l'eau transforme en un sel basique à peine soluble. La dissolution muriatique du tellure laisse elle-même précipiter un sel basique par l'addition de l'eau.

L'acide sulfurique concentré peut dissoudre à froid $\frac{1}{2000}$ de son poids de tellure en poudre; la liqueur est d'un beau rouge, et contient un suboxide de tellure: lorsqu'on ajoute de l'eau, le suboxide se change en métal, qui se précipite, et en oxide, qui reste dissous; l'acide sulfurique concentré bouillant est décomposé par le tellure avec dégagement de gaz sulfureux; il se forme un sulfate qui cristallise à mesure que l'acide se refroidit.

Le protochlorure d'étain est un excellent réactif pour le tellure. Lorsque les dissolutions sont saturées, il se produit un précipité noir, filamenteux; si elles sont étendues, elles se colorent en brun.

Le protosulfate de fer réduit le tellure, mais seulement lorsque les dissolutions sont saturées de métal et concentrées jusqu'à un certain point.

L'éther phosphorique produit dans les dissolutions de tellure un précipité, qui est d'abord blanc et qui noircit ensuite.

25. *Note sur un CYANURE DE SOUFRE solide*; par M. Lassaigne. (An. de Ch., t. 39, p. 197.)

Nous sommes parvenus à préparer cette substance, en mettant dans un petit ballon de verre du cyanure de mercure réduit en poussière fine et en versant dessus la moitié de son poids de bichlorure de soufre. Dans l'espace de douze à quinze jours, à la lumière diffuse, il se sublime à la voûte du ballon une substance blanche cristalline, qui est le cyanure de soufre; et il reste au fond du bichlorure de mercure et une matière orangée, sur laquelle nous nous proposons de revenir plus tard. On purifie le cyanure de soufre, en le distillant à une douce chaleur dans une petite cornue, après l'avoir mélangé avec une petite quantité de carbonate de chaux.

Ce composé cristallise en belles lames comme le chlorate de potasse; il possède une odeur piquante très forte, analogue à celle du chlorure de cyanogène. Sa saveur est excessivement piquante; il est si volatil qu'il se sublime de lui-même, à la température ordinaire, dans les vases qui le renferment; exposé à la lumière diffuse, il jaunit et devient orangé. Les cristaux humectés, exposés à un courant galvanique, sont décomposés; le soufre est porté au pôle positif et le cyanogène au pôle négatif.

Le nouveau composé est très soluble dans l'eau et plus encore dans l'alcool: la dissolution dans l'eau rougit le tournesol. Il produit avec le potassium un mélange de sulfure et de cyanure;

il donne avec la potasse des sels particuliers. La chaux et la baryte ne forment aucun précipité dans ses solutions pures ; mais lorsqu'on y ajoute du chlore, ces terres en précipitent de l'acide sulfurique en s'y combinant.

Il possède, comme l'acide sulfocyanique de M. Porrett, la propriété de donner avec les sels de peroxide de fer une couleur rouge cramoisie ; mais on ne peut pas, d'après cela, conclure l'identité des deux substances : car, d'une part, l'acide sulfocyanique ne peut pas être amené à l'état solide, et, d'un autre côté, cet acide n'est pas décomposé par l'oxide d'argent tenu en suspension dans l'eau ; tandis que le cyanure de soufre produit immédiatement, avec cet oxide, du sulfure d'argent.

Afin de connaître dans quels rapports étaient unis le cyanogène et le soufre dans ce composé, nous en avons combiné un poids déterminé avec de la potasse, et nous avons calciné cette combinaison avec six fois son poids de nitre. En dissolvant la masse calcinée dans l'eau, en saturant d'acide nitrique et précipitant l'acide sulfurique par le chlorure de barium, nous avons pu calculer la proportion de soufre et par suite celle du cyanogène. Nous avons trouvé que ce cyanure est composé de

Cyanogène. 0,7652—4 at.— 655,40

Soufre. . . . 0,2348—1 at.— 201,16.

26. *Nouveau composé de chlore et de cyanogène, ou PERCHLORURE DE CYANOGENE; ACIDE CYANIQUE; par M. Sérullas. (An. de Ch., t. 38, p. 370.)*

Perchlorure On obtient le perchlorure de cyanogène en

versant dans un flacon plein de chlore sec de l'acide hydrocyanique pur préparé par le procédé de M. Gay-Lussac (environ un gr. pour un flacon d'un litre) et en laissant pendant plusieurs jours le vase, bien bouché, exposé à la lumière diffuse. La couleur disparaît, et les parois du flacon se tapissent d'un liquide blanc et épais mêlé de cristaux brillans : on ouvre le flacon et on souffle dedans avec un soufflet, pour chasser le gaz acide hydrochlorique qui le remplit ; on y introduit une petite quantité d'eau et un assez grand nombre de fragmens de verre, afin de détacher, par l'agitation et le frottement, la matière, que l'on verse dans une capsule : on en sépare les fragmens de verre, on la divise avec un tube, et on la lave sur un filtre jusqu'à ce que l'eau ne précipite plus par le nitrate d'argent ; enfin, on la dessèche entre des feuilles de papier-joseph, on la distille, à deux reprises, dans une petite cornue, et on la recueille dans un récipient refroidi par un linge mouillé.

Quand on emploie un excès d'acide hydrocyanique, on obtient un liquide plus ou moins visqueux, jaune ou même rouge-hyacinthe ; mais quand on ouvre le flacon, l'excès d'acide hydrocyanique se dégage avec ébullition et il reste du perchlorure.

Le perchlorure de cyanogène est d'une blancheur éclatante ; il cristallise en aiguilles : son odeur piquante excite le larmolement ; elle a quelque chose de celle du chlore, mais son analogie avec l'odeur de souris est frappante ; sa saveur est légèrement piquante. Sa pesanteur spécifique est d'environ 1,320 ; le terme de sa fusion

de
cyanogène.

est à 140 degrés et celui de son ébullition à 190 degrés. Il est peu soluble dans l'eau froide; soluble dans l'alcool et dans l'éther; l'eau le sépare de sa dissolution.

Le contact prolongé avec l'eau, surtout lorsque l'on chauffe, le décompose et le transforme, sans dégagement d'aucun gaz, en acide hydrochlorique et acide cyanique; lorsqu'on le mêle avec du potassium, il y a inflammation et formation de chlorure et de cyanure.

Pour l'analyser, je l'ai traité par la potasse caustique en dissolution concentrée; puis j'ai chauffé avec un excès d'acidenitrique, et j'ai précipité le chlore par le nitrate d'argent. D'une autre part, j'en ai soumis une certaine quantité à l'action de l'oxide de cuivre, à la manière des substances organiques, et j'ai recueilli l'acide carbonique et l'azote qui se sont dégagés. Il suit des résultats que le perchlorure de cyanogène est composé de:

Carbone. 0,1225	} cyanogène. 0,2654 — 1 at.
Azote... 0,1429	
Chlore... 0,7346	chlore... 0,7346 — 2 at.

Acide
cyanique.

Cette substance est excessivement délétère. En soumettant à une légère ébullition du perchlorure de cyanogène dans beaucoup d'eau, il se transforme en acide hydrochlorique et en acide cyanique; pour éviter de perdre une partie de ce dernier par volatilisation, il faut employer un ballon à col long et étroit; on évapore ensuite doucement dans une capsule de porcelaine, jusqu'à siccité, pour expulser la majeure partie de l'acide hydrochlorique; l'acide cyanique cristallise; on le lave avec précaution; on le dissout

de nouveau, et on le fait cristalliser une seconde fois par refroidissement; il se présente alors sous forme de petits rhomboédres transparents et brillans.

Cet acide a peu de saveur; il rougit sensiblement le tournesol: sa densité est un peu moindre que celle de l'acide sulfurique. Il se volatilise un peu au dessous du terme de l'ébullition du mercure: lorsqu'on le chauffe fortement, une portion se décompose en laissant du charbon à nu, et s'il n'est pas bien sec, il se produit de l'ammoniaque et de l'acide carbonique. L'acide nitrique concentré et bouillant le dissout sans l'altérer, en évaporant la dissolution, l'acide cyanique reparaît sous forme de lames de la plus grande blancheur. L'acide sulfurique concentré le dissout également; l'eau le précipite de la solution. Il donne avec le potassium de la potasse et du cyanure de potassium. Avec les bases, il forme des sels qui sont parfaitement caractérisés: ces sels ne détonnent pas. Le cyanate d'argent est insoluble dans l'ammoniaque.

L'acide cyanique ne paraît pas avoir d'action sur l'économie animale.

Je l'ai analysé par l'oxide de cuivre, et j'ai trouvé qu'il est composé, comme on aurait pu le présumer d'après la composition même du perchlorure qui lui donne naissance, de:

Carbone. 0,2859	} cyanogène. 0,6186 — 1 at.
Azote... 0,3330	
Oxigène. 0,3811	oxigène. 0,3811 — 2 at.

Il contient donc deux fois autant d'oxigène que l'acide cyanique de M. Wohler.

Les eaux qui ont servi au lavage du perchlo-

rure de cyanogène, étant évaporées à siccité, laissent de l'acide cyanique mêlé avec une matière grasse jaune particulière ; on le traite par l'alcool concentré, qui dissout la plus grande partie de cette matière sans toucher à l'acide ; puis on achève de purifier celui-ci en le dissolvant dans l'acide nitrique et en le faisant cristalliser.

Lorsqu'on fait agir du chlore sur une dissolution de cyanure de mercure à la lumière solaire, il se produit un liquide jaune, probablement analogue au précédent, et qui, d'après ses propriétés, paraît être une association de chlorure d'azote, d'un chlorure de cyanogène liquide et de perchlorure de carbone tenu en dissolution. Par la distillation, il donne une grande quantité de gaz azote, de l'acide carbonique ; puis il passe un liquide incolore qui dépose, en se refroidissant, du perchlorure de carbone cristallin : le liquide surnageant ce dépôt paraît être un chlorure de cyanogène liquide tenant encore du perchlorure en dissolution ; lorsqu'on le mélange avec de l'ammoniaque, il abandonne le chlorure de carbone, et il se décompose.

27. *De l'action de l'ACIDE SULFURIQUE SUR L'ALCOOL et des produits qui en résultent ; par M. Sérullas. (An. de Ch., t. 39, p. 152.)*

Chacun sait qu'on obtient par l'action de l'acide sulfurique sur l'alcool, pour la préparation de l'éther, à une certaine époque de l'opération, entre autres produits, un liquide plus ou moins coloré en jaune, que l'on considère comme un mélange d'une huile particulière, d'éther, d'acide

sulfureux et d'un peu d'acide sulfurique. Ce liquide, débarrassé des trois derniers corps par des lavages à l'eau et à la potasse, distillé ensuite sur du chlorure de calcium, se trouve réduit à une très petite quantité d'une substance huileuse, plus légère que l'eau, qu'on désigne sous le nom d'*huile douce de vin* ; mais cette huile n'est que le résultat de la décomposition du liquide jaune chimiquement formé d'acide sulfurique et d'hydrogène carboné ; décomposition produite soit par un contact prolongé avec le liquide incolore qui distille avec lui, soit par les opérations qu'on leur fait subir pour isoler et épurer, comme on le dit, cette huile douce. Je désignerai ce corps sous le nom de *sulfate neutre d'hydrogène carboné* ou *sulfate d'éther*.

Pour le préparer, on distille, comme pour les éthers, un mélange de $2 \frac{1}{2}$ p. d'acide sulfurique et 1 p. d'alcool à 36° ; on sépare le liquide huileux du liquide incolore avec lequel il distille ; on l'agite avec de l'eau qui lui enlève l'acide sulfurique, une partie de l'alcool, de l'éther et de l'acide sulfureux dont il est mélangé ; on le place ensuite sous une cloche, à côté d'un vase plein d'acide sulfurique ; on fait le vide peu à peu, et on l'abandonne à lui-même pendant vingt-quatre heures. La substance devient d'un beau vert foncé en passant par le vert clair et le bleu émeraude : elle devient incolore à l'air sans s'altérer ; elle a une odeur aromatique pénétrante : sa saveur est piquante, fraîche, un peu amère, ayant quelque chose de celle de la menthe : sa densité est de 1,053 ; elle est un peu soluble dans l'eau ; elle se dissout très bien dans l'alcool et dans l'éther, mais elle en est séparée par l'eau.

Sulfate neutre d'hydrogène carboné.

L'eau froide, à l'aide du temps, et l'eau chaude presque instantanément décomposent le sulfate neutre d'hydrogène carboné en huile légère (*huile douce*) qui surnage, et en sulfate acide d'hydrogène carboné (*acide sulfovinique*).

Le sulfate neutre, traité par les bases, abandonne, comme avec l'eau, l'huile douce, et forme avec ces bases des sels qu'on a désignés sous le nom de *sulfovimates*.

Le potassium mis en contact avec le sulfate neutre d'hydrogène carboné desséché sous le vide, s'y conserve sans altération à la température ordinaire; mais si l'on vient à chauffer ces deux corps ensemble dans un tube, il y a action, et il se forme très peu de sulfure de potassium, beaucoup de sulfate de potasse, de l'hydrogène carboné, et du charbon est mis à nu: cette action est toujours accompagnée d'une odeur d'ail extrêmement forte.

On a déterminé la proportion de l'hydrogène, du carbone et de l'oxygène contenue dans le sulfate neutre d'hydrogène carboné, en employant l'oxide de cuivre et le gaz oxygène, comme le fait M. Prout; et pour avoir la proportion de l'acide sulfurique, on en a fait bouillir dans une dissolution concentrée de potasse caustique, évaporée à sec et chauffée fortement; puis le résidu ayant été redissous dans l'eau et dans l'acide nitrique, on a ajouté à la liquenr du chlorure de barium.

Les nombres rectifiés par le calcul donnent pour la composition de la substance :

2 at. acide sulfurique	10,	—0,55173—	0,55173	ac. sulf.
2 at. hydrogène bicarboné.	3,500—	0,19310	} 0,33103	carbone,
1 at. éther.	4,625—	0,25528	0,06207	eau.

On peut donc la considérer comme une combinaison d'acide sulfurique, d'éther et d'hydrogène bicarboné, et elle peut être assimilée aux éthers du troisième genre.

Pour obtenir de l'*huile douce* pure, on soumet du sulfate neutre d'hydrogène carboné, avec une certaine quantité d'eau, à l'action de la chaleur dans un ballon à long col, jusqu'à ce que le sulfate disparaisse, et que l'on voie l'huile douce à la surface de l'eau. On verse le tout dans une capsule, qu'on place dans un lieu très frais, et l'on voit, au bout de quelques jours, se former de petits cristaux en prismes croisés, qui sont enveloppés d'huile; on filtre et on lave pour enlever le sulfate acide d'éther, puis on place l'entonnoir sur un support, de manière que le bec corresponde à un flacon; le filtre se dessèche, et laisse passer l'huile en retenant les cristaux: on recueille ceux-ci, on les distille dans un tube, on les liquéfie de nouveau, on les coule en lames minces sur un disque de verre, et on les soumet à la pression pendant plusieurs jours entre des feuilles de papier-joseph, qu'on renouvelle jusqu'à ce qu'elles ne se tachent plus. Dans cet état, la substance est très brillante, bien cristallisée en longs prismes transparents, sans saveur, friable, craquant sous la dent, ayant une odeur aromatique particulière analogue à celle que nous trouvons dans l'huile douce. Sa densité est de 0,980; elle fond à 100° à la manière des corps gras, en un liquide transparent; elle se volatilise à 260° sans s'altérer. Une chaleur rouge la décompose en charbon et hydrogène carboné. Elle est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool, et mieux dans l'éther; elle cristallise par évaporation de ces dissolvans.

Huile douce
cristalline.

Huile douce
liquide.

L'*huile douce liquide* qui accompagne les cristaux est légèrement jaune comme l'huile d'olive, d'une odeur particulière aromatique; sa densité est de 0,921; elle bout et distille à 280°; à -25°, elle a la consistance d'une forte térébenthine; à -35°, elle est solide; elle ne conduit pas l'électricité.

L'huile douce cristallisée et l'huile douce liquide ont exactement la même composition, et ne sont l'une et l'autre que de l'hydrogène bicarboné condensé, contenant :

Carbone. . . 0,8571
Hydrogène.. 0,1429

Sulfate acide
d'hydrogène
carboné.

Le *sulfate acide d'hydrogène carboné* (acide sulfovinique) est très soluble dans l'eau : lorsqu'on le fait bouillir dans une dissolution étendue, il se décompose en acide sulfurique et en alcool, sans dégagement d'aucun gaz ni formation d'acide sulfureux; ses dissolutions concentrées éprouvent la même décomposition sous le vide; mais quand on les chauffe, elles donnent de l'acide sulfureux, de l'hydrogène carboné et du charbon.

Sulfovinates.

Les *sulfovinates* ne sont pas des hyposulfates, comme on l'a cru, mais bien, ainsi que MM. Faraday et Hennelle l'ont avancé les premiers, des sulfates à double base, dont l'une est l'hydrogène carboné. Lorsqu'on les traite par l'acide sulfurique concentré, ils ne donnent que du charbon sans développement d'aucun gaz, tandis que dans les mêmes circonstances les hyposulfates laissent dégager de l'acide sulfureux avec une vive effervescence. Tous les sulfovinates mis en ébullition dans l'eau se convertissent en

sulfate acide de la base, et, comme l'acide sulfovinique, en alcool. L'acide nitrique bouillant les transforme en sulfates acides; lorsqu'ils sont secs, ils sont décomposés par la chaleur, et ils donnent de l'acide sulfureux, de l'hydrogène carboné, du charbon, et une huile qui n'est autre chose que du sulfate neutre d'hydrogène carboné: on peut même, par ce moyen, obtenir ce dernier corps en grande quantité. A cet effet, on fait chauffer quelques instans, sans distillation, parties égales d'alcool à 38° et d'acide sulfurique; on sature la liqueur par une bouillie claire de chaux éteinte, et l'on filtre. Après avoir concentré la liqueur jusqu'à un certain point à une douce chaleur, on la filtre de nouveau, étant refroidie, pour en séparer la chaux qui s'est carbonatée et un peu de sulfate de chaux; puis on l'abandonne à l'évaporation dans une étuve; le sel cristallise peu à peu; on le dessèche avec le plus grand soin sous la machine pneumatique; puis on le chauffe dans une cornue, et on recueille l'huile qui passe à la distillation.

J'ai analysé le sulfovinat de chaux en le soumettant aux deux expériences suivantes : 1°. en le transformant par l'acide nitrique en sulfate acide de chaux, ce qui m'a servi à doser la chaux et l'acide sulfurique; et 2°. en le décomposant par l'oxide de cuivre, pour doser le carbone, l'hydrogène et l'oxigène, je l'ai trouvé composé de

Sulfate de chaux. . . 1at.—0,4689

Acide sulfurique. . . 1at.—0,2759

Ether. 1at.—0,2525 $\left\{ \begin{array}{l} 0,0414 \text{ carbone,} \\ 0,0069 \text{ hydrogène,} \\ 0,2069 \text{ eau,} \end{array} \right.$

Ethérification.

Dans la préparation de l'éther, celui-ci entraîne, tout le long de l'opération, une certaine quantité de sulfate acide d'éther, et lorsque l'opération est déjà avancée, au moment où il se produit de l'acide sulfureux et de l'hydrogène carboné, et seulement à cette époque, il passe avec l'éther du sulfate neutre d'hydrogène carboné. Le résidu de la distillation ne commence à contenir du sulfate neutre d'hydrogène carboné qu'après que l'acide sulfureux a apparu.

En mélangeant de l'éther et de l'acide sulfurique à parties égales, on obtient très promptement, par quelques instans d'une légère chaleur, du sulfate acide d'éther : cette substance, dissoute dans l'acide sulfurique, se dépose au fond du vase, et l'éther en excès surnage. En distillant le mélange, il ne produit pas plus de sulfate neutre qu'avec l'alcool, et seulement lorsqu'il se dégage de l'acide sulfureux et de l'hydrogène carboné.

D'après les faits qui viennent d'être exposés, on peut concevoir comme il suit la théorie de l'éthérification. Il est à croire que l'action de l'acide sulfurique sur l'alcool détermine, comme Fourcroy et Vauquelin l'ont dit, la formation d'eau dans les élémens de l'alcool, d'où résulte l'éther, qui se combine à de l'acide sulfurique formant du sulfate acide d'éther. Ensuite, par l'ébullition, ce composé se défait successivement, de l'éther se volatilise, l'acide sulfurique ayant retenu en définitive l'atome d'eau qui le constituait alcool. A une certaine époque de l'opération, les élémens de l'acide sulfovinique réagissent entre eux; il en résulte, entre autres produits, de l'hydrogène carboné, dont une partie est saisie par le sulfate acide non décomposé, et le constitue sulfate neu-

tre ou sulfate double d'éther et d'hydrogène carboné. On peut encore supposer que la partie d'acide sulfurique excédant qui constitue le sulfate acide d'éther est séparée ou détruite, laissant ainsi le sulfate acide à l'état de sulfate neutre, dont une partie est entraînée par l'acide sulfureux et recueillie dans la distillation, en même temps qu'une autre partie se décompose par l'élévation de température qui va toujours croissant; décomposition qui produit, comme on l'observe toujours, de l'acide sulfureux, de l'hydrogène carboné, du charbon et peu d'acide carbonique, attendu que la décomposition de l'acide sulfurique doit s'opérer par l'hydrogène de l'hydrogène carboné.

28. *Sur la décomposition de plusieurs CHLORURES MÉTALLIQUES PAR LE GAZ OLÉFIANT; par M. Woehler (An. de Pog., 1828, n°. 6, p. 297.)*

Lorsqu'on fait passer du gaz oléfiant dans du superchloride d'antimoine, il se forme de l'éther chlorique et du chlorure d'antimoine.

Le superchloride de chrome rouge se comporte de la même manière avec le gaz oléfiant.

Ce gaz est sans action sur le chlorure de zinc, le chlorure de soufre et sur l'iodure rouge de mercure. Lorsqu'on le fait passer sur du chlorure de cuivre fondu, il se forme de l'acide hydrochlorique, une petite quantité d'une huile jaunâtre, et il y a un grand dépôt de charbon : le chlorure est réduit en chlorure et en métal.

Lorsqu'on fait passer du superfluoride de chrome gazeux dans de l'alcool absolu, il est absorbé avec chaleur; les bulles qui se dégagent

brûlent avec une flamme blanche, et il se dépose une poudre d'un beau vert. Le liquide exhale l'odeur de l'éther muriatique.

29. *Désoxydation de la teinture de TOURNESOL*; par M. Desfosses. (J. de Phar., 1828, p. 487.)

La teinture de tournesol est désoxydée par les hydrosulfates, par l'hydrogène sulfuré et par le protoxide de fer, et prend alors une teinte jaune verdâtre. La teinture désoxydée, mise sous une cloche pleine de gaz oxigène, absorbe ce gaz et reprend sa couleur bleue.

Quand on ajoute à une infusion aqueuse de tournesol du sulfate de fer et de l'ammoniaque, il se fait un précipité qui contient toute la couleur à l'état de combinaison : en lavant ce précipité avec de l'eau, on le débarrasse de toutes les substances étrangères, et si ensuite on le fait digérer avec un hydrosulfate ou avec de l'eau à travers laquelle on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré, on peut en séparer ensuite le tournesol désoxygéné par le moyen de l'ammoniaque, qui le dissout. La dissolution ammoniacale, évaporée à sec, laisse cette teinture à l'état de pureté : elle est insoluble dans l'alcool, et elle donne au feu des vapeurs qui ont l'odeur animalisée.

30. *Sur les produits huileux et résineux de la distillation du bois*; par M. Berzelius. (An. de Pog., 1828, p. 76.)

On sait que la distillation du bois fournit quatre produits particuliers : 1°. une huile em-

pyreneumatique; 2°. un liquide aqueux; 3°. plusieurs gaz et du charbon.

En distillant, à plusieurs reprises, l'huile empyreneumatique avec de l'eau, on en sépare de l'huile limpide, que j'appelle *pyrélaïde*, et une résine que je désigne sous le nom de *pyréline*.

La pyrélaïde varie de nature selon le végétal d'où elle provient : elle est incolore ou légèrement jaunâtre, d'une odeur très désagréable et forte, d'une saveur âcre et nauséabonde; elle brûle avec flamme claire et fumée; elle se dissout plus ou moins facilement dans l'alcool, très facilement dans l'éther, ainsi que dans les huiles grasses et volatiles; elle forme, avec l'acide sulfurique concentré, un composé analogue à l'acide sulfovinique; elle dissout les résines et le caoutchou : l'acide nitrique la convertit en résine; tantôt elle conserve sa fluidité à l'air, et tantôt elle se transforme en une résine noire.

Pyrélaïde.

La pyréline a une composition très variable : il y en a qui contient de l'acide acétique libre et d'autre qui n'en contient pas : on peut en extraire une substance analogue à l'*hulmine*.

Pyréline.

Le liquide aqueux contient 1°. de l'eau; 2°. de l'acide acétique, rarement de l'acétate d'ammoniaque; 3°. de l'huile empyreneumatique et de la pyréline acide; 4°. une matière azotée semblable à de l'extractif; 5°. enfin un corps liquide, volatil, analogue à l'alcool, qui est connu sous le nom d'*acide pyroligneux*. Quand on soumet le liquide aqueux à une nouvelle distillation, l'esprit pyrolignite passe le premier; puis vient l'acide acétique avec l'eau et avec l'huile empyreneumatique incolore, et il reste dans la cornue une matière brune noirâtre, semblable à de l'extractif.

Liquide aqueux.

31. *Nouveau moyen de reconnaître la présence de l'ACIDE NITRIQUE*; par M. Just Liebig. (An. de Ch., t. 35, p. 80.)

On mêle le liquide à examiner avec autant d'indigo qu'il est nécessaire pour le colorer en bleu distinct; on ajoute quelques gouttes d'acide sulfurique concentré et on chauffe à l'ébullition. Si le liquide contient un nitrate, il se décolore, ou si la portion du nitrate est très faible, sa couleur bleue passe au jaune. En ajoutant au liquide un peu de muriate de soude avant de le chauffer, on peut découvrir facilement, par ce moyen, la présence de $\frac{1}{500}$ d'acide nitrique.

32. *Sur un nouveau degré d'oxidation de l'IODE, et sur les combinaisons de l'IODE AVEC LE CARBONE*; par M. E. Mitscherlich. (An. der Chem.)

Si l'on dissout de l'iode dans une dissolution de soude qui ne soit pas trop concentrée, jusqu'à ce que le liquide commence à devenir rouge, et qu'on le livre à l'évaporation spontanée, il s'y forme des cristaux qui ont la forme de prismes à six pans tronqués à leurs extrémités. Ces cristaux peuvent être considérés comme de l'*iodite de soude*, ou comme un composé d'iodate et d'iodure; ils se dissolvent dans l'eau froide sans altération, mais l'eau chaude et l'alcool les transforment en un mélange d'iodate et d'iodure. L'acide nitrique et l'acide sulfurique en précipitent de l'iode; l'acide hydrochlorique en sépare d'abord de l'acide iodique et de l'iode; mais en l'ajoutant en excès, il réagit sur l'acide iodique et forme du chlorure d'iode qui redis-

sout l'iode. Le nouvel acide de l'iode, que j'ai obtenu combiné avec la soude, est entièrement analogue à l'acide hyposulfureux; on ne peut pas l'obtenir isolé.

Lorsqu'on mélange une dissolution d'iode avec une dissolution de soude dans l'alcool, il se forme de l'iodure de sodium et de l'iodure de carbone. Au moment du mélange, l'iode se combine avec le sodium, et l'oxygène devenu libre se réunit à l'hydrogène de l'alcool et forme de l'eau, tandis que le carbone se combine à une autre portion d'iode et forme l'iodure. M. Sérullas a considéré ce composé comme un hydrocarbone; mais je me suis assuré qu'il ne renferme pas d'hydrogène. Je n'ai pas trouvé non plus qu'il se produisit d'iodate dans l'expérience comme l'annonce M. Sérullas.

En distillant du chlorure de phosphore sec avec l'iode, M. Sérullas a obtenu un autre composé de carbure et d'iode: j'ai reconnu que ce second carbure se produit aussi lorsqu'on substitue du perchlorure de mercure au chlorure de phosphore.

33. *Nouveau procédé pour obtenir du gaz ACIDE HYDRIODIQUE en grande quantité et parfaitement pur*; par M. Félix Darcet. (An. de Ch., t. 37, p. 220.)

On prend de l'acide hypophosphorique qui ait bouilli jusqu'au point où il laisse dégager du gaz hydrogène phosphoré, et où cet acide ne contient plus que l'eau nécessaire à sa composition. On le met ainsi concentré dans un petit tube fermé à une extrémité, et on y ajoute son poids d'iode: en chauffant légèrement, la production

du gaz acide hydriodique commence à avoir lieu et se soutient long-temps. Le résidu de l'opération est une matière blanche, vitreuse, qui ne peut être autre chose que de l'acide phosphorique rendu opaque par le composé découvert par M. Labillardière, et nommé par lui *hydriodate d'hydrogène phosphoré*. Comme dans le procédé que je propose, le gaz hydriodique se dégage très rapidement, on peut le recueillir dans des éprouvettes sur le mercure sans courir risque de voir se former de l'iodure de mercure.

34. *Action du sucre sur l'acide arsénique et sur l'acide phosphorique*; par M. Elsner. (Jahrbuch der Chem., 1827, p. 389.)

Lorsqu'on mêle une dissolution d'acide arsénique pur avec du sucre de canne, le liquide prend, après plusieurs heures, une teinte rose qui passe bientôt au pourpre et ensuite au rouge brun. La potasse, l'ammoniaque, les acides nitrique et muriatique sont sans action sur le liquide; l'acide sulfurique le noircit; le chlore gazeux le décolore peu à peu.

Les arséniates solubles, non plus que l'acide arsénieux et l'acide phosphorique, ne se colorent pas par le sucre.

L'amidon ni la gomme ne font éprouver aucune coloration à l'acide arsénique.

35. *Réduction de l'acide borique par l'hydrogène*; par M. Varvinski. (Bul. de M. Férussac, t. 10, p. 159.)

Lorsque l'on fait passer du gaz hydrogène dans un tube de porcelaine chauffé au rouge et rempli

d'acide borique en écailles, l'acide se vitrifie et se colore en brun. Si, après cette opération, on le traite par l'eau bouillante, il reste une substance floconneuse et olivâtre, qui n'est autre chose que du bore.

36. *Sur l'acide CARBAZOTIQUE et les CARBAZOTATES*; par M. Just Liebig. (An. de Ch., t. 35, p. 72; et t. 37, p. 286.)

Je désigne, sous le nom d'*acide carbazotique*, deux substances qui sont identiques, et que l'on a appelées jusqu'à présent *amer d'indigo* et *amer de M. Welter*. Voici comment on peut obtenir cet acide pur.

On traite de l'indigo des Indes-Orientales (première qualité) grossièrement concassé, avec huit à dix fois son poids d'acide nitrique de force moyenne, à une chaleur très modérée. Il se dissout avec un fort dégagement de vapeurs nitreuses et un boursoufflement très considérable. Après que l'écume s'est apaisée, on porte la liqueur à l'ébullition; puis on ajoute peu à peu de l'acide nitrique concentré, tant qu'il y a le moindre dégagement de vapeurs rouges. Il se forme, après le refroidissement de la liqueur, une grande quantité de cristaux jaunes, demi-transparens; et si l'opération est bien faite, on n'obtient ni résine ni tannin artificiel. On lave les cristaux à l'eau froide, et on les fait bouillir avec une quantité d'eau suffisante pour les dissoudre. En cas qu'il y ait à la surface du liquide quelques gouttes huileuses de tannin, on les ôte soigneusement avec du papier-joseph. De la liqueur filtrée et refroidie, il se dépose des cristaux feuilletés

jaunes, brillans, et qui ne perdent pas leur éclat par le lavage.

On redissout ces cristaux dans de l'eau bouillante, et on neutralise la liqueur par le carbonate de potasse.

En mêlant avec de l'eau l'eau-mère des cristaux d'acide, il se produit un précipité brun considérable, qui, étant lavé et dissous dans l'eau bouillante, et ensuite neutralisé par du carbonate de potasse, donne encore une grande quantité de sel à base de potasse. On purifie tout le sel de potasse obtenu dans les différentes opérations par de nouvelles cristallisations; puis on le redissout dans l'eau bouillante; on ajoute à la dissolution de l'acide nitrique, sulfurique ou muriatique, et après le refroidissement, on voit cristalliser l'acide carbazotique. L'indigo peut en fournir le quart de son poids.

Cet acide cristallise sous forme de triangles équilatéraux: il est feuilleté, très brillant, d'un jaune clair; il rougit le tournesol: sa saveur est extrêmement amère; il se fond et se volatilise sans se décomposer. Il brûle sans explosion, avec une flamme jaune et en laissant du charbon pour résidu. Il est beaucoup plus soluble à chaud qu'à froid; ses dissolutions prennent une couleur plus intense que ne l'est celle de la substance elle-même. L'éther et l'alcool la dissolvent facilement.

Le chlore, l'iode, l'acide hydrochlorique et l'acide sulfurique à froid sont sans action sur lui: l'eau régale l'attaque à peine: l'acide sulfurique concentré le dissout à chaud sans l'altérer et l'eau le sépare de cette dissolution. Il neutralise les bases comme un acide fort.

Par sa décomposition avec l'oxide de cuivre, il

produit un mélange gazeux, qui renferme 5 volumes d'acide carbonique et un volume d'azote. Dans mes premières recherches, j'avais admis qu'il était composé de $12 \frac{1}{2}$ at. de carbone, $2 \frac{1}{2}$ at. d'azote et 16 at. d'oxygène; mais je ne m'étais pas aperçu qu'il se volatilise sensiblement à la chaleur de l'eau bouillante. En évitant cette cause d'erreur, je l'ai trouvé composé de :

Carbone.	114,65—15 at.—0,36081
Azote...	53,11—3 at.—0,16714
Oxygène.	150,00—15 at.—0,47205
	317,76
	1,00000

Les *carbazotates* détonnent par la chaleur. Dans les sels neutres, l'oxygène de la base est à l'oxygène de l'acide :: 1 : 15.

Le *carbazotate de potasse* cristallise en longues aiguilles jaunes quadrilatères, demi-transparentes, très brillantes; il est soluble dans 260 parties d'eau à 15° et beaucoup plus soluble à chaud. Quand on le chauffe dans un tube de verre, il se fond, puis il détonne avec une forte explosion. Les acides forts le décomposent. Il précipite les solutions de nitrate de protoxide de mercure; il ne précipite pas les solutions des sels de deutoxide de cuivre, de plomb, de cobalt, de fer, de chaux, de baryte, de strontiane et de magnésie. Pour l'avoir le plus pur possible, il faut chauffer du carbazotate de protoxide de mercure avec une solution de chlorure de potassium, et laisser refroidir la liqueur après l'avoir filtrée.

Le peu de solubilité de ce sel donne un moyen facile de reconnaître la présence de la potasse et de la doser. Sa solution n'est pas troublée par

Carbazotates.

Carbazotate de potasse.

le muriate de platine. Le carbazotate de potasse est anhydre et contient :

Potasse 0,1621
Acide carbazotique . . . 0,8379

Carbazotates de soude. Le carbazotate de soude cristallise en aiguilles fines, déliées, soyeuses, d'un jaune clair : il est soluble dans 20 à 24 pintes d'eau à 15°.

d'ammoniaque. Le carbazotate d'ammoniaque donne des cristaux aplatis, très longs, brillans et d'un jaune clair; il est très soluble dans l'eau. Chauffé doucement, il fuse et se volatilise sans se décomposer; chauffé brusquement, il s'enflamme sans explosion.

de baryte. Le carbazotate de baryte cristallise en prismes quadrangulaires d'une couleur foncée. Il est très soluble; il détonne par la chaleur presque aussi fortement que le fulminate d'argent : il renferme 0,125 d'eau de cristallisation. Le sel anhydre est composé de

Baryte 0,2390
Acide carbazotique . . 0,7610

de chaux, de magnésie. Les carbazotates de chaux et de magnésie sont insolubles et cristallisables.

de cuivre. Le carbazotate de cuivre cristallise difficilement : les cristaux sont d'un beau vert et déliquescents.

de mercure. Le carbazotate de protoxide de mercure exige plus de 1,200 parties d'eau pour se dissoudre : il cristallise en petits prismes triangulaires jaunes. Il est composé de :

Protoxide de mercure 0,4591
Acide carbazotique 0,5409

d'argent. Le carbazotate d'argent cristallise en aiguilles

déliées groupées en étoiles d'un éclat d'or. Il est très soluble; lorsqu'on le chauffe il fuse comme de la poudre à canon.

Le carbazotate de plomb est une poudre jaune peu soluble, qui détonne par la chaleur. Carbazotate de plomb.

37. Sur divers composés produits par l'INDIGO; par le D^r. Buff. (Ann. de Ch., t. 39, p. 290.)

En admettant, comme cela est très vraisemblable, que l'indigo ne contient pas d'hydrogène, on trouve que les produits suivans sont composés de :

	Indigo blanc.	Indigo bleu.	Acid. indigotiq.	Ac. carbazotiq.
Azote . . .	2 at. . . .	2 at. . . .	2 at. . . .	4 at.
Carbone. 15 at.	. . . . 15 at.	. . . . 15 at.	. . . . 10 at.	. . . . 10 at.
Oxigène. 0 at.	. . . . 2 at.	. . . . 10 at.	. . . . 10 at.	. . . . 10 at.

Il paraît que l'indigo sublimé et pur ne donne avec l'acide nitrique que de l'acide indigotique ou carbazotique; l'indigo ordinaire produit en même temps de la résine et du tannin artificiel, qui par conséquent proviennent de substances étrangères naturellement mélangées.

Le tannin artificiel est un composé formé d'une matière brune et friable particulière, et d'acide nitrique; il est visqueux, d'un rouge d'aurore, peu soluble dans l'eau froide; mais il se dissout facilement dans l'eau bouillante, dans l'alcool et dans l'acide nitrique concentré. Les deux dernières dissolutions sont précipitées par l'eau froide. Les alcalis le dissolvent aisément et le décomposent.

La résine d'indigo est un mélange intime de tannin artificiel et de la matière brune friable.

La matière brune friable est insipide, insoluble dans l'eau et dans l'alcool, soluble dans les

alcalis caustiques et les carbonates; les acides la précipitent de ces dernières dissolutions. Chauffée à la lampe à alcool, elle se décompose en se gonflant comme l'indigo. Elle se dissout dans l'acide nitrique, qu'elle colore en rouge d'aurore, et produit alors du tannin artificiel; elle est à peu près insoluble dans les acides muriatique et sulfurique étendus. L'acide sulfurique concentré la dissout et la décompose, si l'on chauffe. Elle n'est pas attaquée par le chlore.

Pour l'avoir pure, on traite 1 p. d'indigo porphyrisé par 2 p. d'acide nitrique concentré étendus de 15 à 20 p. d'eau; on filtre et on lave avec une grande quantité d'eau bouillante, pour enlever tout l'acide indigotique; puis on fait digérer le résidu dans une dissolution de carbonate de potasse ou de soude, qui dissout la substance brune, mais qui n'attaque nullement l'indigo non altéré dont elle est mélangée, et en saturant l'alcali par un acide, la substance brune se précipite: on la lave avec de l'alcool pour l'avoir tout à fait pure.

38. *Sur la préparation de l'acide GALLIQUE*; par MM. Daurier et Parisot. (Bullet. de M. Férussac, t. 9, p. 286.)

On n'obtient pas la plus petite trace d'acide gallique par le procédé que M. Le Royer a indiqué. (Voyez *Annales des Mines*, t. 3, page 128.)

39. *Sur quelques combinaisons de l'OXIDE D'AZOTE avec les BASES*; par M. Hermann-Hess. (Ann. der Chem., 1828, p. 257.)

Les combinaisons de l'oxide d'azote avec les bases sont connues depuis long-temps; mais elles

ont été peu étudiées, et quelques personnes doutent même encore de leur existence.

On obtient les composés à base de potasse, de soude, de baryte et de chaux, en calcinant les nitrates de ces bases dans un creuset d'argent à la chaleur rouge, jusqu'à ce qu'il ne s'élève plus de fumée du creuset, et que les corps enflammés qu'on y plonge s'éteignent.

Le composé de potasse ressemble au nitre; il est très fusible; il se prend en masses rayonnées par le refroidissement, et ne s'altère pas à l'air; il est plus soluble à chaud qu'à froid, et cristallise par refroidissement; les cristaux sont anhydres. L'alcool ne le dissout pas; il contient :

Potasse	0,6114
Oxide d'azote	0,3886

Le composé de soude cristallise en beaux rhombes; on ne peut pas le priver, par la fusion, de son eau de cristallisation; il est insoluble dans l'alcool. Il contient :

Soude	0,4452
Oxide d'azote	0,4267
Eau	0,1281

Le composé de baryte cristallise comme le nitrate, par voie humide; il ne peut pas être privé de son eau de cristallisation. Il contient :

Baryte	0,6147
Oxide d'azote	0,2407
Eau	0,1446

Le composé de chaux renferme :

Chaux	0,2758
Oxide d'azote	0,2892
Eau	0,4348

On obtient le composé d'argent, quoique avec quelque difficulté, en décomposant la combinaison de baryte par le sulfate d'argent. Il cristallise en aiguilles d'un jaune paille : les cristaux noircissent à la lumière solaire. Lorsqu'on les chauffe faiblement dans un tube de verre, ils se décomposent en argent métallique et en acide nitreux.

40. *Sur les* HYPOPHOSPHITES; par M. H. Rôse. (Ann. de Pog., 1827.)

Préparation.

On peut préparer les hypophosphites de plusieurs manières : 1^o. en faisant bouillir une base avec de l'eau et du phosphore; 2^o. en mêlant un hypophosphite terreux avec des dissolutions de carbonates ou de sulfates alcalins; 3^o. en faisant bouillir une dissolution d'hypophosphite de chaux avec un excès d'un oxalate insoluble; mais, par ce procédé, on ne peut obtenir purs que les hypophosphites de magnésie et de manganèse. Avec les autres oxalates, les liqueurs renferment des composés d'hypophosphites contenant la base de l'oxalate et d'hypophosphite de chaux.

J'ai obtenu la plupart des hypophosphites en combinant immédiatement les bases avec l'acide hypophosphorique. J'ai préparé cet acide en très grande quantité de la manière suivante : on fait bouillir du phosphore avec une dissolution de baryte caustique, jusqu'à ce que les vapeurs qui se dégagent n'aient plus l'odeur d'ail; on filtre pour séparer le phosphate de baryte qui se forme, et on ajoute à la liqueur un excès d'acide sulfurique pour en précipiter la baryte; puis on la fait digérer à froid, et pendant peu de temps, avec un

excès de litharge, pour séparer l'acide sulfurique; enfin on décompose l'hypophosphite de plomb qui résulte de ce traitement, par l'hydrogène sulfuré.

Si l'on chauffait et si on laissait la litharge trop long-temps en contact avec l'acide phosphoreux, une partie de l'oxide se réduirait en plomb métallique, et transformerait une partie correspondante d'acide hypophosphoreux en acide phosphorique.

Les hypophosphites sont tous solubles dans l'eau, et la plupart cristallisables. La chaleur les décompose et les change en phosphates, pendant qu'il se dégage de l'hydrogène phosphoré. Le plus grand nombre donne un gaz spontanément inflammable, et alors le résidu est un phosphate neutre. Quelques uns donnent un gaz qui n'est pas inflammable de lui-même, et qui contient moins de phosphore que l'autre; mais, dans ce cas, le résidu renferme un excès d'acide phosphorique. Tous les hypophosphites incolores, chauffés au rouge, laissent un résidu rougeâtre qui, traité par l'acide hydrochlorique, donne une substance phosphorique rouge : les hypophosphites colorés donnent, dans les mêmes circonstances, un résidu ordinairement noir ou brun.

Les hypophosphites à l'état sec n'éprouvent pas d'altération à l'air : on peut aussi les faire bouillir pendant long-temps en vases clos, sans qu'ils subissent le moindre changement. Si on laisse leurs dissolutions exposées à l'air, ils absorbent de l'oxygène. Lorsqu'on les fait bouillir avec une base forte, l'acide du sel se change, aux dépens de l'eau, en acide phosphorique, et il se dégage du gaz hydrogène pur, en d'autant plus grande quantité que les dissolutions sont plus concentrées : ceci

Propriétés.

explique pourquoi, pendant la préparation de l'hydrogène phosphoré spontanément inflammable, il se dégage en même temps du gaz hydrogène. Les phosphites traités par les bases fortes ne donnent jamais d'hydrogène.

Hypophosphites de chaux.

Pour préparer l'*hypophosphite de chaux*, on fait bouillir, sous une cheminée tirant bien, du lait de chaux, dans lequel on projette peu à peu des bâtons de phosphore; le gaz hydrogène qui se dégage ne s'enflamme pas à l'air, parce qu'il est mêlé avec une trop grande quantité de vapeurs d'eau. On laisse refroidir, on filtre, on fait passer un courant d'acide carbonique dans la liqueur pour en séparer la chaux libre; puis on la fait chauffer pour en précipiter le bicarbonate de chaux resté en dissolution. Par évaporation, le sel cristallise en larges prismes à quatre pans rectangulaires, flexibles, éclatans, nacrés, qui contiennent 0,2218 d'eau; il est insoluble dans l'alcool aqueux. Lorsqu'on évapore sa dissolution dans le vide, il produit un sel qui ne renferme que 0,18 d'eau.

de baryte.

L'*hypophosphite de baryte* se prépare comme le précédent. Il est plus soluble à chaud qu'à froid, et produit des cristaux semblables à ceux de l'hypophosphite de chaux, d'un éclat noir, insolubles dans l'alcool, et qui contiennent 0,1042 d'eau. Le sel que l'on obtient par l'évaporation dans le vide renferme deux fois autant d'eau.

de strontiane.

L'*hypophosphite de strontiane* est analogue au sel de baryte.

de potasse.

J'ai préparé l'hypophosphite de potasse en décomposant une dissolution d'hypophosphite de chaux par le carbonate de potasse. Il est plus déliquescent que le chlorure de calcium, et très soluble dans l'alcool.

L'*hypophosphite de soude* est un peu moins déliquescent que le sel de potasse: sa dissolution alcoolique, évaporée dans le vide, laisse des cristaux en tables rectangulaires nacrés.

Hypophosphites de soude.

L'*hypophosphite d'ammoniaque* peut être obtenu en décomposant l'hypophosphite de chaux par le sulfate d'ammoniaque: il est déliquescent et ressemble beaucoup à l'hypophosphite de chaux. Lorsqu'on le conserve en vase clos, l'ammoniaque se dégage d'abord, et il reste de l'acide hypophosphoreux aqueux, qui se décompose par une chaleur plus élevée.

d'ammoniaque.

La magnésie caustique, chauffée avec du phosphore et de l'eau, ne donne pas d'hydrogène phosphoré: on obtient l'*hypophosphite* en faisant digérer de l'oxalate de magnésie avec de l'hypophosphite de chaux. Le sel magnésien cristallise en grands octaèdres réguliers, mous, flexibles, sans éclat, nacrés, efflorescens dans l'air sec et composés de:

de magnésie.

Magnésie.....	0,1548	} 1,0000.
Acide hypophosphoreux...	0,2960	
Eau.....	0,5492	

On obtient les *hypophosphites d'alumine* ou de *glucine* en dissolvant les hydrates humides dans l'acide hypophosphoreux. A l'état solide, ces sels ressemblent à de la gomme arabique blanche.

d'alumine, de glucine.

L'*hypophosphite de manganèse* peut être préparé comme celui de magnésie: il est incristallisable.

de protoxide de manganèse.

J'ai obtenu l'*hypophosphite de cobalt* en faisant digérer de l'oxide de cobalt humide dans de l'acide hypophosphoreux: il cristallise très facilement en gros octaèdres réguliers rouges, dont les angles sont tronqués et qui sont très

de cobalt.

efflorescens. Ils contiennent 0,4935 d'eau ou 8 at. comme le sel de magnésie. Par la calcination, cet hypophosphite se change en phosphate acide insoluble dans l'acide muriatique, et donne un gaz phosphoré qui n'est pas inflammable spontanément.

Hypophosphites
de nickel.
de cadmium.

L'*hypophosphite de nickel* est analogue à celui de cobalt, et cristallise en cubes de couleur verte.

On peut préparer l'*hypophosphite de cadmium* en faisant digérer du carbonate de cadmium humide dans de l'acide hypophosphoreux. Il cristallise en très petits grains, qui, par la calcination, laissent dégager un gaz phosphoreux non inflammable spontanément.

de zinc.

On obtient l'*hypophosphite de zinc* en faisant dissoudre du zinc métallique dans de l'acide hypophosphoreux affaibli. Il cristallise confusément et ne donne pas, par la calcination, de gaz spontanément inflammable.

de plomb.

L'*hypophosphite de plomb* obtenu, en neutralisant l'acide hypophosphoreux avec de l'oxide de plomb, donne des cristaux feuilletés de forme indéterminée. Il est peu soluble dans l'eau; par la chaleur, il laisse dégager beaucoup de gaz, qui s'enflamme à l'air.

Lorsqu'on fait digérer de l'acide hypophosphoreux avec de l'oxide de plomb, il se dépose quelque temps après un sel pulvérulent basique, et la liqueur contient un mélange de sel neutre et de sel basique.

Si l'on fait digérer pendant long-temps et à chaud l'oxide de plomb en excès avec l'acide hypophosphoreux, le plomb commence à se réduire au bout de quelques jours, et la quantité de métal réduite peut être très grande si l'on fait bouillir.

L'acide hypophosphoreux dissout le fer, avec dégagement d'hydrogène. L'*hypophosphite* qui en résulte cristallise en masse d'un vert clair: il se comporte comme le sel de zinc.

Hypophosphites
de protoxide
de fer.

Le peroxide de fer récemment précipité, mis en digestion à froid avec de l'acide hypophosphoreux, ne s'y dissout qu'en petite quantité et se change en hypophosphite blanc pulvérulent, qui donne, par la calcination, du gaz phosphoré spontanément inflammable. Lorsqu'on fait bouillir le peroxide de fer avec de l'acide hypophosphoreux, il se forme de l'*hypophosphite de protoxide* et du phosphate de peroxide.

de peroxide
de fer.

41. SELS DOUBLES obtenus par voie sèche; par M. P. Berthier. (An. de Ch., t. 38, p. 246.)

Le nombre des sels doubles que l'on peut obtenir par la voie humide s'accroît tous les jours, et il est déjà très considérable; mais jusqu'ici on a fait peu d'attention aux composés de sels que l'on peut former par la voie sèche, si ce n'est aux silicates et aux borates. Il est probable cependant que ces composés sont en plus grand nombre et de genres plus variés que les premiers. J'en ai observé quelques uns que je vais faire connaître.

A la chaleur rouge vif, les carbonates alcalins forment des combinaisons très fusibles avec les carbonates terreux, qui peuvent supporter cette température sans se décomposer, tels que les carbonates de baryte, de strontiane et de chaux, et même les carbonates doubles de chaux et de magnésie; mais si l'on chauffe à une température suffisante pour décomposer le carbonate terreux, l'acide carbonique de ce carbonate se

dégage ; la matière , d'abord très fluide , bouillonne et s'épaissit de plus en plus , et elle finit par se transformer en une masse infusible , qui n'est plus qu'un mélange de carbonate alcalin et de la terre amenée à l'état caustique.

Ces composés ont , en général , une texture très cristalline , lors même qu'on les fait refroidir rapidement : il serait certainement facile de les obtenir cristallisés sous des formes régulières , en les soumettant à un refroidissement gradué , et en faisant écouler une partie de la matière avant que la solidification soit complète ; mais je n'ai pu me livrer à ces recherches , qui demandent du temps. Il serait à désirer que les cristallographes s'occupassent d'un pareil travail , et examinassent géométriquement tous les sels doubles aisément fusibles que l'on pourra découvrir ; car l'étude des formes de ces divers sels devra étendre beaucoup et éclaircir nos vues relativement à la théorie de l'isomorphisme.

1 at. de carbonate de baryte natif. . .	24 ^s ,64
1 at. de carbonate de soude anhydre . . .	13 ,32
	37 ,96

donnent , au rouge vif , une combinaison transparente , aussi liquide que de l'eau , et qui , après le refroidissement , est compacte et pénétrée d'une multitude de petites lamelles cristallines. Comme le carbonate de baryte est indécomposable par la chaleur , cette combinaison peut être chauffée très fortement sans perdre sa fluidité.

Les carbonates de strontiane et de soude , mêlés ensemble dans le rapport de

1 at. de carbonate de strontiane artificiel. . .	18 ^s ,45
1 at. de carbonate de soude anhydre. . . .	13 ,32
	31 ,77

se fondent également bien , et produisent un composé pierreux , à cassure inégale , et qui ne présente que de très faibles indices de cristallisation. Ce composé peut être chauffé à la chaleur blanche sans éprouver d'altération , et sans que sa fusibilité diminue.

J'ai essayé de combiner le carbonate de chaux et le carbonate de soude en trois portions différentes , comme il suit :

	1.	2.	3.
Carbon. de chaux.	12 ^s ,63-1 at.	25 ^s ,26-2 at.	37 ^s ,89-3 at.
Carbon. de soude.	15 ,32-1 at.	13 ,32-1 at.	13 ,32-1 at.
	25 ,95	38 ,58	51 ,21

Les deux premiers mélanges se sont fondus avec la plus grande facilité , et sont devenus liquides comme de l'eau. Les composés , refroidis brusquement , étaient compactes , à cassure très cristalline , d'un blanc d'émail et translucides. On peut sans difficulté les faire fondre de nouveau ; mais pour peu qu'on élève la température au dessus du rouge vif , ils commencent à abandonner de l'acide carbonique ; ils bouillonnent , s'épaississent , et à la chaleur blanche ils se solidifient complètement. Cette propriété des carbonates doubles de chaux et de soude explique le phénomène que M. Boussingault a observé en soumettant à l'épreuve du chalumeau la gay-lussite , qui , comme on sait , est composée de 1 at. de carbonate de chaux , 1 at. de carbonate de soude et 11 at. d'eau : il dit (*Annales de Chimie et de Physique*, tome xxxi, page 270) que ce minéral se fond rapidement en un globule opaque , qui , une fois formé , est infusible. On doit effectivement obtenir ce résultat quand on chauffe brusquement la matière d'essai , parce que le car-

bonate de chaux qu'elle contient se décompose presque aussitôt; mais si l'on soufflait avec ménagement, on pourrait fondre et refondre ce composé autant de fois qu'on le voudrait.

Le troisième mélange s'est ramolli; mais aussitôt après il a bouillonné, et le carbonate de chaux a commencé à se décomposer.

Le carbonate de magnésie se décomposant très facilement par la chaleur, j'ai jugé superflu d'essayer de le combiner avec les carbonates alcalins; mais j'ai pensé que son union avec le carbonate de chaux pourrait lui donner de la stabilité, et qu'ainsi il était possible que les dolomies fussent susceptibles de former des composés fusibles avec le carbonate de soude ou le carbonate de potasse. J'ai donc fait l'expérience, et elle a effectivement bien réussi.

1 at. dolomie, 23 ^g ,30	}	1 at. carbonate de chaux, 12,63	
		1 at. carbon. de magnésie. 10,67	
4 at. carbonate de soude anhydre.		53,24	
		<hr/>	76,54

sont devenus bien liquides au rouge vif; le composé était homogène, un peu translucide, à cassure cristalline très lamelleuse.

Mais quand on emploie moins de 4 at. de carbonate alcalin par 1 at. de dolomie, à peine le mélange commence-t-il à se ramollir qu'il laisse dégager du gaz acide carbonique.

Le carbonate triple de chaux, de magnésie et de fer, auquel on a donné le nom d'*ankérite*, et qui est composé de

Carbonate de chaux	0,511	}	1 at.
Carbonate de magnésie	0,257		
Carbonate de fer	0,200		
Carbonate de manganèse	0,030		

0,998

se fond bien avec deux fois son poids de carbonate de soude, et donne une masse d'un gris foncé, opaque, à cassure cristalline, qui est un carbonate triple de soude, de chaux et de magnésie, dans lequel le fer et le manganèse se trouvent disséminés à l'état d'oxides.

Les sulfates alcalins forment aussi des composés très fusibles avec les carbonates terreux non décomposables à la chaleur rouge, et l'on obtient des composés tout à fait semblables lorsqu'on chauffe un carbonate alcalin avec un sulfate à base de baryte, de strontiane ou de chaux.

Avec 1 at. sulfate de soude.	17 ^g ,84
1 at. carbonate de baryte.	24,64
	<hr/>
	42,48

Ou 1 at. sulfate de baryte.	29,16
1 at. carbonate de soude.	13,32
	<hr/>
	42,48

Et avec 1 at. sulfate de soude.	17,84
1 at. carbon. de strontiane.	18,45
	<hr/>
	36,29

Ou 1 at. sulfate de strontiane.	22,97
1 at. carbonate de soude.	13,32
	<hr/>
	36,29

on obtient des composés très fusibles et qui conservent toute leur liquidité à la chaleur blanche, et qui sont compactes, pierreux, à cassure inégale, très peu cristallins, d'un blanc nacré et opaques.

Avec 1 at. sulfate de soude. . . 17⁸,84
 1 at. carbonate de chaux. . . 12,62

30,46

Où 1 at. sulfate de chaux. . . 17,14
 1 at. carbonate de soude. . . 13,32

20,46

On a des composés qui se fondent tranquillement et sans aucun dégagement de gaz à la chaleur rouge, et qui sont compactes, à cassure grenue, un peu cristallins, blancs et légèrement translucides. Mais lorsqu'on soumet ces composés à la chaleur blanche, ils perdent leur acide carbonique, deviennent infusibles et se changent en simples mélanges de sulfate de soude et de chaux caustique.

Le sulfate de magnésie et le carbonate de soude, non plus que le sulfate de soude et le carbonate de magnésie, ne peuvent pas former de combinaisons fusibles, parce que le carbonate de magnésie se décompose au moment où le mélange commence à se ramollir.

Les os calcinés ($\overset{\cdot\cdot}{\text{Ca}}\overset{\cdot\cdot}{\text{P}}^3$) ne se fondent pas avec 4 at. de carbonate de soude, qui sont nécessaires pour en opérer la décomposition. Avec 8 atomes de sel alcalin, c'est à dire 15⁸,32 pour 6⁸,90 de phosphate, il se forme une combinaison qui prend la consistance d'une pâte molle; mais quand on emploie 12 à 16 atomes de carbonate de soude, ce qui revient à trois ou quatre fois le poids du phosphate, la combinaison devient très fluide, et, à l'état solide, elle ressemble à un beau marbre blanc statuaire. Si l'on tient cette com-

binaison pendant quelque temps à la chaleur blanche, il s'en dégage de l'acide carbonique et elle perd sa liquidité.

Il est indubitable, d'après cette expérience, que le phosphate de soude pourrait servir de fondant pour les carbonates terreux.

Les sels alcalins ne sont pas les seules substances qui soient susceptibles de se combiner par la voie sèche avec les carbonates indécomposables à la chaleur rouge, les chlorures, les fluorures et même les sulfures aisément fusibles jouissent aussi de cette propriété.

1 at. de chlorure de sodium. . . 14⁸,67
 1 at. de carbonate de baryte. . . 24,65

39,32

Où 1 at. de chlorure de baryum . . 25,99
 1 at. de carbonate de soude. . . 15,32

39,31

se fondent promptement en un liquide transparent qui exhale des vapeurs de chlorure de sodium, et donnent des composés compactes, d'un très beau blanc, translucides, à cassure écailleuse et inégale comme celle du quartz.

1 at. de chlorure de sodium. . . 14⁸,65
 1 at. de carbonate de chaux. . . 12,62

27,27

Où 1 at. de chlorure de calcium. . 13,95
 1 at. de carbonate de soude. . . 13,32

27,27

se comportent comme les mélanges précédents, avec cette différence que lorsqu'on les chauffe à la

chaleur blanche, ils se solidifient et deviennent infusibles.

1 at. de chlorure de barium...	22 ^s ,99
1 at. de carbonate de baryte...	24,65

47,64

se liquéfient avec la plus grande facilité. La matière à l'état solide est compacte, d'un beau blanc, translucide, à cassure écailleuse, et présente à la surface, surtout vers les bords, beaucoup d'indices de cristallisation.

1 at. de chlorure de calcium...	13 ^s ,98
1 at. de carbonate de chaux...	12,62

26,60

se fondent aussi très facilement et acquièrent une grande liquidité à la chaleur rouge; mais à la chaleur blanche il y a solidification.

Le fluorure de calcium (spath fluor) forme des composés extrêmement fusibles avec les carbonates de potasse ou de soude, même employés en quantité insuffisante pour le transformer en fluorure alcalin. J'ai essayé les deux mélanges suivants :

Spath-fluor natif...	9 ^s ,80, 1 at.	9 ^s ,80, 2 at.
Carbonate de potasse anhydre...	17,30, 1 at.	8,65, 1 at.

27,10

18,45

Ils se sont fondus aussi facilement l'un que l'autre; les composés solides étaient compactes, pierreux, faiblement translucides, et présentaient çà et là, surtout le premier, de petites lamelles cristallines très brillantes. En soumettant ces combinaisons à l'action de la chaleur blanche, elles se sont comportées comme toutes celles qui

contiennent du carbonate de chaux, c'est à dire qu'elles sont entrées en ébullition et qu'elles se sont solidifiées peu à peu sans pouvoir être ramenées ensuite à l'état liquide.

Quand on laisse ces combinaisons exposées à l'air, elles tombent promptement en déliquescence, et quand on les traite par l'eau, ce liquide dissout à la fois du fluorure de potassium et du carbonate de potasse : la seconde combinaison donne cependant beaucoup plus de fluorure alcalin que la première. Lorsqu'on les fait digérer dans l'eau après les avoir calcinées à la plus forte chaleur blanche, on trouve que les liqueurs renferment encore du carbonate de potasse : les résidus contiennent donc, dans tous les cas, du fluorure de calcium qui résiste à l'action décomposante des carbonates alcalins, peut-être parce qu'il forme un oxifluorure avec la chaux.

Lorsqu'on chauffe les sulfures de barium, de strontium ou de calcium avec un carbonate alcalin, il se forme des combinaisons très fusibles, qui se comportent avec l'eau comme si elles étaient composées de sulfure alcalin et carbonates alcalino-tortueux.

1 at. de sulfure de barium...	21 ^s ,16
1 at. de carbonate de soude...	13,32

34,48

sont devenus bien liquides à la chaleur rouge, et ont donné une masse homogène, brillante, à cassure grenue, presque unie, mate, opaque et d'un blond clair. Cette matière ayant été traitée par l'eau, il en est résulté une liqueur légèrement verdâtre, donnant un dégagement abondant d'hydrogène sulfuré par les acides, et devenant un

peu louche par l'effet d'un faible dépôt de soufre, et un résidu insoluble, grisâtre, entièrement composé de carbonate de baryte. La matière fondue peut donc être considérée comme formée de

1 at. carbonate de baryte	24 ⁸ ,64
1 at. sulfure de sodium	9,84
	<hr/>
	34,48

Les sulfates alcalins produisent, avec les sulfates des terres alcalines, des sels doubles très fusibles et analogues à ceux qui résultent de l'union des carbonates des mêmes bases.

On sait depuis long-temps que le sulfate de soude fait fondre le sulfate de chaux avec la plus grande facilité. Ces deux sulfates, unis dans le rapport de

1 at. sulfate de soude	17 ⁸ ,84
1 at. sulfate de chaux	17,14
	<hr/>
	34,98

se trouvent dans la nature et constituent le minéral, auquel on a donné le nom de *glaubérite*.

1 at. de sulfate de soude	17 ⁸ ,84
1 at. de sulfate de magnésie	15,19
	<hr/>
	33,03

deviennent fluides à la chaleur rouge, et donnent un sel double, compacte, demi-transparent, à cassure grenue et cireuse comme la calcédoine, et ne présentant aucun indice de cristallisation.

1 at. de sulfate de soude	17 ⁸ ,84
1 at. de sulfate de baryte	29,16
	<hr/>
	47,00

se fondent complètement lorsqu'on porte la chaleur jusqu'au blanc, et produisent un composé compacte, blanc, opaque, à cassure grenue, cristalline, et qui dans quelques parties paraît être un assemblage de petits prismes entrecroisés.

Le sulfate de plomb, et probablement tous les sulfates qui ne se décomposent pas à la chaleur rouge, forment aussi avec les sulfates alcalins des composés très fusibles.

1 at. de sulfate de soude	17 ⁸ ,84
1 at. de sulfate de plomb	37,91
	<hr/>
	55,75

prennent la liquidité de l'eau à la chaleur rouge. La matière à l'état solide est compacte, opaque, à cassure inégale et mate, et n'offre aucun indice de cristallisation.

Les carbonates de baryte, de strontiane, de chaux et de magnésie ne se combinent pas entre eux par la voie sèche. Il en est de même des sulfates de ces quatre bases.

Les combinaisons que je viens de décrire sont toutes très faibles, l'action de l'eau suffit pour les détruire. Néanmoins je ne crois pas qu'il soit possible de supposer que ce soient de simples mélanges. Il est vrai qu'une substance très fusible peut tenir en suspension, lorsqu'elle est fondue, une certaine quantité de substances infusibles, sans cesser d'être liquide, tout comme l'eau qui est troublée par des poussières très fines; mais d'abord la liquidité du mélange est toujours beaucoup moindre que celle de la substance infusible qui s'y trouve en plus grande proportion, et cependant on a vu quelques uns des sels composés dont il vient d'être question prendre, à une tem-

température peu élevée, une liquidité parfaite, quoique le sel élémentaire, infusible par lui-même, y fût en quantité deux fois aussi grande que le sel fusible: tels sont les carbonates de baryte et de soude, les sulfates de plomb et de soude, etc. D'un autre côté, l'hétérogénéité des mélanges se décèle presque toujours par une inégale distribution de la matière solide dans les diverses parties de la masse fondue, tandis que les composés qui nous occupent se montrent parfaitement homogènes.

Enfin, si l'on admettait que ces associations de sels ne sont que des mélanges, on ne concevrait pas pourquoi ceux dont le carbonate de chaux est un des élémens, et qui sont très fluides à la chaleur rouge, se solidifient et deviennent infusibles à une température plus élevée, et lorsque le carbonate calcaire se réduit à la moitié de son poids en perdant son acide carbonique; car si le mélange d'une partie de carbonate de chaux laisse sa liquidité à un sel fusible, on ne peut pas croire qu'une demi-partie de chaux caustique puisse suffire pour la faire perdre complètement à ce même sel.

J'ai observé encore quelques autres combinaisons très fusibles, que l'on peut obtenir par la voie sèche avec les sulfates terreux, les chlorures et les fluorures. J'aurai incessamment occasion de les décrire, en faisant connaître les opérations métallurgiques dans lesquelles quelques unes de ces combinaisons jouent un rôle important.

42. *Sur la découverte de la POTASSE par l'oxide de nickel, à l'aide du chalumeau; par M. Harkort. (An. der Ch., 1827, p. 333.)*

On dissout de l'oxide de nickel dans du borax, et l'on ajoute à la matière vitreuse la substance à essayer: si elle contient de la potasse, on obtient de suite un verre d'une couleur bleue très distincte. La préparation de la soude n'empêche pas cette réaction. On peut employer le nitrate ou l'oxalate de nickel: il faut éviter la présence du cobalt, qui donnerait au verre une couleur brune. M. Berzelius a jugé ce procédé excellent.

43. *Sur le PYROPHORE; par M. Gay-Lussac. (An. de Ch., t. 37, p. 415.)*

Les causes auxquelles le pyrophore doit son inflammation ne me paraissant pas suffisamment déterminées, j'ai fait les expériences suivantes:

Un mélange d'alun à base de potasse calcinée et de noir de fumée calciné a été chauffé dans une cornue de grès; il s'est dégagé d'abord de l'acide carbonique et du gaz sulfureux à peu près à volume égal; plus tard, l'acide carbonique était pur, et enfin il s'est mêlé d'oxide de carbone qui a fini par dominer. Le résidu, tout à fait refroidi, s'est enflammé comme le meilleur pyrophore, en répandant une odeur suffocante d'acide sulfureux et brûlant même avec une légère flamme bleue. Ce pyrophore est un mélange de charbon, d'alumine et de polysulfure de potassium, qui se forme aux dépens d'une partie de l'acide sulfurique du sulfate d'alumine.

Le charbon n'est pas indispensable à son inflammation ; car , en employant 75^r d'alun et 3^r,33 de noir de fumée calciné, j'ai obtenu une matière rouge brune dans laquelle il ne restait pas de charbon, et qui était très inflammable.

L'alumine n'est pas non plus essentielle ; car j'ai préparé un très bon pyrophore avec 1 at. de sulfate de potasse, 3 at. de sulfate de magnésie et du noir de fumée.

Le sulfure de potassium à un ou plusieurs atomes de soufre, ou même un oxisulfure, ne s'enflammant point à l'air quand il est en masse ; et la présence de l'alumine et de la magnésie ne me paraissant avoir d'autre but que de diviser le sulfure de potassium, il m'a semblé que je pourrais efficacement remplacer ces deux bases par le charbon : c'est effectivement ce qui est arrivé.

Avec 25^r,3 de sulfate de potasse — 1 at.
7,5 noir de fumée.... — 4 at.

je n'ai obtenu qu'un sulfure en masse non inflammable ; mais, en doublant la dose de noir de fumée, j'ai eu une matière pulvérulente, qui s'est enflammée même dans l'air sec avec une rapidité étonnante. Cette matière est composée de polysulfure de potassium et de potasse mêlé intimement de charbon. Il est plus inflammable que le pyrophore ordinaire, parce que le charbon, étant combustible lui-même, ne reste point passif dans le phénomène comme l'alumine et la magnésie ; l'incendie commencé, il l'alimente.

Le sulfate de soude, chauffé avec le noir de fumée, donne un pyrophore ; mais le sulfate de baryte n'en produit pas.

44. *Essais sur la formation du* CYANURE DE POTASSIUM. (J. de Phar., 1828, p. 280.)

Lorsqu'on fait passer du gaz ammoniac ou du gaz azote sur un mélange de carbonate de potasse et de charbon chauffé à l'incandescence dans un tube de porcelaine, il se forme une grande quantité de cyanure de potassium. Il en est de même quand on substitue l'air atmosphérique à l'ammoniac ou à l'azote, pourvu qu'on ait la précaution de mettre à l'entrée du tube des morceaux de charbon qui puissent absorber l'oxygène de l'air. Dans les mêmes circonstances, la soude et les terres alcalines ne forment pas de cyanures.

Il semble résulter de ces faits, 1°. que l'on peut admettre, pour expliquer la formation du cyanure de potassium produit pendant la calcination des matières animales avec la potasse, que l'azote ne se dégage pas de la matière animale immédiatement associée au carbone à l'état de cyanogène, mais qu'il s'en sépare uni d'abord à l'hydrogène, et que ce n'est que subséquemment que l'ammoniac qui en résulte, étant décomposée par le carbone devenu libre par suite de la dissolution des autres élémens de la matière animale, met à nu de l'azote ; quand celui-ci est libéré, il s'unit à une portion de carbone pour donner naissance à du cyanogène, qui se combine à du potassium produit par la réaction du carbone sur la potasse ; 2°. qu'il n'est pas nécessaire que l'azote soit à l'état de gaz naissant pour s'unir au carbone et engendrer le cyanogène ; 3°. que la soude et les terres alcalines ne produisent pas de cyanures lorsqu'on les calcine avec des matières animales,

parce que les métaux qui en sont la base retiennent l'oxygène avec trop de force.

45. *Note sur la fabrication du FERROCYANURE ROUGE DE POTASSIUM*; par M. Girardin.

Note sur le même sujet; par MM. Robiquet et Clemson. (Jour. de Phar., 1828, p. 295 et 356.)

La découverte de ce composé est due à M. Gmelin, qui, le premier, en a conseillé l'emploi comme étant le meilleur réactif dont on puisse faire usage pour reconnaître la présence du protoxide de fer dans une dissolution.

Pour le préparer, on fait passer un courant de chlore dans une solution assez concentrée de prussiate triple ordinaire, jusqu'à ce que la solution ne précipite plus les sels de fer au maximum; la liqueur passe au brun rouge et devient presque opaque: on lui fait subir une évaporation vive et poussée jusqu'au bouillon; il se dégage une très grande quantité d'acide hydrocyanique, et il se précipite d'abord du bleu de Prusse et ensuite une poudre jaune dont la nature n'a pas été examinée. On filtre et on laisse refroidir et on obtient dès la première cristallisation des cristaux prismatiques quadrangulaires, qui ont la transparence, la couleur et l'éclat du rubis. C'est là le cyanure de M. Gmelin; il est anhydre: sa solution dans l'eau est jaunâtre, et il ne précipite pas les sels de fer au maximum. En continuant l'évaporation des eaux-mères, la liqueur finit par fournir des cristaux cubiques verdâtres, qui ne sont autre chose que du muriate de potasse un peu sali par du cyanure.

Lorsque l'on abandonne la dissolution brute du prussiate ordinaire chloruré à une évapora-

tion spontanée, on obtient une première cristallisation, qui n'est composée que d'aiguilles jaunâtres, chatoyantes, très rigides et très serrées, qui, sous certaines incidences, présentent les reflets dorés et azurés des élytres de cantharides.

46. *Nouvelle POUFRE FULMINANTE*; par M. Landgerbe. (Jahr. de Chem., 1828, p. 105.)

On obtient une poudre fulminante d'une très grande énergie et qui offre une force d'explosion constamment dirigée de haut en bas en mêlant ensemble 2 p. de nitre, 2 p. de carbonate de potasse, 1 p. de soufre et 6 p. de sel marin, le tout exactement pulvérisé.

47. *Sur un nouveau SULFATE DE POTASSE*; par M. Phillips. (Phil. Mag., 1827, p. 420.)

Lorsqu'on chauffe 1 p. de nitre avec 8 p. d'acide sulfurique concentré, on obtient pour résidu un sulfate acide cristallisé en aiguilles fines, et qui est composé de 2 at. de sulfate de potasse, 1 at. d'acide sulfurique et un at. d'eau. C'est donc un selquisulfate.

48. *Analyse d'un SEL DOUBLE que produisent les eaux minérales de Salzhausen*; par M. Liebig (Ann. de Kastner, t. 9, p. 31.)

Ce sel s'attache en petits cristaux aux objets qui entourent la source. Il est composé de 2 at. de chlorure de manganèse, 1 at. de chlorure de potassium et 12 at. d'eau, ou de

Magnésie.	0,1403	} 1,0000.
Potasse.	0,1630	
Acide hydrochloriq.	0,3765	
Eau.	0,5202	

L'eau le décompose immédiatement en ses sels élémentaires.

49. *Prix remporté par M. Guimet pour la fabrication d'un OUTREMER artificiel.* (Bull. de la Société d'Encour., 1828, p. 346.)

La Société d'Encouragement avait mis le prix au concours il y a quatre ans. M. Guimet l'a remporté cette année. L'outremer qu'il fabrique n'est pas décomposé par une chaleur rouge; il n'est pas altéré par les alcalis caustiques, et il est entièrement décomposé et converti en gelée par les acides concentrés, caractères auxquels on reconnaît ordinairement la pureté de l'outremer naturel. Plusieurs artistes ont essayé l'outremer de M. Guimet, dès l'année 1827, et ils le trouvent très beau; ils pensent même qu'il a plus que le double d'intensité de couleur de l'outremer naturel, qui est le plus généralement employé dans le commerce.

M. Guimet vend son outremer 600 francs le kilogramme.

50. *Sur la préparation de l'OUTREMER artificiel;* par M. Gmelin. (An. des sc. du Wurtemberg, 1828.)

La préparation de l'outremer réussit infailliblement par le procédé suivant :

On se procure de l'hydrate de silice et d'alumine : le premier, en fondant ensemble du quartz bien pulvérisé avec quatre fois son poids de carbonate de potasse, en dissolvant la masse dans l'eau, et en la précipitant par de l'acide muriatique; le second, en précipitant une solution d'alun pur par de l'ammoniaque: ces deux terres doivent être lavées très soigneusement avec de

l'eau bouillante; après cela, on détermine la quantité de terre qui reste après avoir chauffé au rouge une certaine quantité de précipité humide. L'hydrate de silice dont je me suis servi dans mes expériences contenait 0,56, et l'hydrate d'alumine 0,324 de terre anhydre.

On dissout ensuite à chaud, dans une solution de soude caustique, autant de cet hydrate de silice qu'elle peut en dissoudre, et on détermine la quantité de terre dissoute; on prend alors sur 72 p. de silice anhydre une quantité d'hydrate d'alumine qui contient 70 p. d'alumine sèche; on l'ajoute à la dissolution de la silice et on évapore le tout ensemble en remuant constamment jusqu'à ce qu'il ne reste qu'une poudre humide.

Cette combinaison de silice, d'alumine et de soude est la base de l'outremer, qui doit être teinte par du sulfure de sodium : c'est ce qu'on fait de la manière suivante.

On met dans un creuset de Hesse, pourvu d'un couvercle bien fermant, un mélange de 2 p. de soufre et de 1 p. de carbonate de soude anhydre; on chauffe peu à peu jusqu'à ce que, à la chaleur rouge moyenne, la masse soit bien fondue : on projette alors le silicate en très petites quantités à la fois au milieu de la matière en fusion; aussitôt que l'effervescence due aux vapeurs d'eau cesse, on en introduit une nouvelle portion; ayant tenu le creuset une heure au rouge modéré, on le retire du feu et on le laisse refroidir. Il contient de l'outremer mêlé à du sulfure en excès; on en sépare ce dernier par le moyen de l'eau. S'il y a du soufre en excès, on le chasse par une chaleur modérée; si toutes les parties de l'outremer n'étaient pas colorées également, on séparerait les

parties les plus belles après les avoir réduites en poudre très fine par le lavage avec de l'eau.

51. *Sur deux nouveaux PHOSPHATES DE SOUDE*; par M. Clark. (Edimb. Journ., n°. 14, p. 298.)

Le phosphate de soude ordinaire renferme 25 atomes d'eau : lorsqu'on le chauffe à une chaleur inférieure au rouge blanc, il en perd 24 at.; une chaleur intense le rend absolument anhydre. Si l'on dissout celui-ci dans l'eau, il ne reproduit plus le phosphate ordinaire, mais il cristallise avec 10 at. d'eau. D'après l'examen de M. Haidinger, ce sel, à 10 atomes, que j'appelle *pyrophosphate*, a pour forme primitive un octaèdre irrégulier.

Quand on tient pendant long-temps à la température d'environ 90° F. une solution concentrée de phosphate de soude ordinaire, il se forme, par refroidissement, des cristaux de phosphate de soude qui ne contiennent que 15 at. d'eau. Ce sel a la même forme que l'arséniate de soude correspondant, et n'est point efflorescent. En amenant l'arséniate de soude à 25 at. d'eau à l'état anhydre, puis le faisant cristalliser, on n'obtient que l'arséniate à 10 atomes d'eau, qui avait déjà été observé par M. Marx.

52. *Rapport sur une nouvelle variété de BORATE DE SOUDE*; par MM. Soubeiran et Pelletier. (J. de Ph., 1828, p. 170.)

M. Buran est incontestablement le premier qui ait reconnu et fabriqué le borate de soude octaédrique, qui ne diffère du borax qu'en ce qu'il contient moitié moins d'eau. M. Buran en a livré au commerce dès l'année 1818. Pour le fabriquer, il concentre une dissolution de borax dans une chaudière, jusqu'à ce que la dissolution

marque 32° à l'aréomètre; il ferme cette chaudière et il laisse refroidir. Il a fait la remarque importante qu'une ébullition prolongée pendant plusieurs heures est nécessaire pour obtenir une grande quantité de borate octaédrique. Nous avons reconnu, par expérience, l'exactitude de cette observation; mais nous avons vu en même temps qu'une solution de cristaux octaédriques, faite dans l'eau bouillante, reproduit immédiatement les mêmes cristaux par le refroidissement.

53. *Sur le SULFATE D'AMMONIAQUE*; par M. Dobreiner. (Jahr. der Chem., 17, p. 120.)

Lorsque l'on met en contact du gaz sulfureux et du gaz ammoniac secs, il se produit une vapeur d'un jaune brun, qui se condense en une matière d'un brun clair. Cette matière est le sulfite anhydre. La plus petite quantité d'eau la décolore en l'amenant à l'état de sulfite ordinaire.

54. *Sur la LITHINE*; par le D. Kraclovansky. (Zeitschrift für Chem., t. 3, p. 152.)

100 parties d'eau dissolvent 1,6 d'hydrate de lithine à 14° R., 1,7 à 40° et 1,9 à 80°.

Le sulfate double de lithine et d'alumine cristallise très bien par une évaporation lente; les cristaux sont très réguliers, leur forme est l'octaèdre ou le dodécaèdre rhomboïdal; ils ne s'altèrent pas à l'air. Ce sel est composé de

Sulfate de lithine...	0,1356
Sulfate d'alumine...	0,3583
Eau.	0,5061

Sa formule est $LS^3 + 3 AlS^3 + 24 Aq$.

Le carbonate de lithine cristallise en cubes: il est composé de

Lithine. 0,458
 Acide carbonique. . . 0,542

55. *Sur la formation artificielle de l'URÉE*; par M. F. Wohler. (An. de Ch., t. 37, p. 330.)

Par l'action du cyanogène sur l'ammoniaque liquide, outre plusieurs autres produits, il se forme de l'acide oxalique et une substance blanche cristalline, que l'on obtient aussi toutes les fois que l'on cherche à combiner l'acide cyanique avec l'ammoniaque par double décomposition. On se la procure plus facilement en décomposant le cyanate d'argent par une dissolution de sel ammoniac ou le cyanate de plomb par l'ammoniaque liquide. Cette substance a exactement les mêmes propriétés que l'urée, et elle offre par conséquent un exemple remarquable de la formation artificielle d'une nature organique, même de nature animale, au moyen de principes organiques. Comme l'urée, elle ne donne pas d'ammoniaque, avec la potasse et avec la chaux; elle se comporte d'une manière indifférente avec les acides, excepté avec l'acide nitrique, qui forme aussitôt dans sa dissolution un précipité en écailles brillantes; en la décomposant par le feu, elle produit une grande quantité de carbonate d'ammoniaque, et vers la fin elle répand l'odeur de l'acide cyanique, semblable à celle de l'acide acétique, comme le cyanate et l'urate de mercure: elle ne précipite pas les sels de plomb et d'argent, comme le font les véritables cyanates. Cependant, comme dans la décomposition du cyanate de plomb par l'ammoniaque il ne se forme que de l'urée, cette substance doit contenir les éléments du cyanate d'ammoniaque: or, si l'on suppose que ce cyanate renferme 1 partie d'eau comme tous les sels ammo-

niacaux qui ne sont pas anhydres, on trouve qu'il est composé de :

Ammoniaque . . . 0,2814
 Acide cyanique. . . 0,5692
 Eau. 0,1474

ce qui donne pour ces éléments :

Azote. 0,4678 — 4 at.
 Carbone. 0,2019 — 2
 Hydrogène 0,0659 — 8
 Oxygène. 0,2624 — 2

Si l'on compare maintenant ce résultat avec celui que Prout a obtenu de l'analyse de l'urée et qui est :

Azote. 0,46650 — 4 at.
 Carbone. 0,19975 — 2
 Hydrogène. 0,06670 — 8
 Oxygène. 0,26650 — 2

l'identité des deux substances deviendra tout à fait évidente.

56. *Sur la combinaison décolorante du CHLORE AVEC LES BASES*; par M. J. Berzelius. (Ann. de Pog., t. 12.)

Le liquide décolorant et désinfectant que Larraque a mis en usage, et que l'on obtient en dissolvant 15 parties de carbonate de soude cristallisé dans 40 parties d'eau, et en faisant passer dans la liqueur tout le chlore produit par 2 p. de peroxide de manganèse et 6 d'acide hydrochlorique, a été l'objet de plusieurs recherches pour déterminer dans quel état le chlore y existe. On sait que les chimistes français supposent que ce liquide est une combinaison de chlore et de soude, et que sa propriété décolorante dépend de la réduction de la soude en sodium.

Pendant, quoique les corps simples ne se combinent que très rarement avec les oxides, plusieurs chimistes ont admis cette manière de voir sans de plus amples recherches, sans doute, à ce qu'il paraît, parce que la possibilité d'une telle combinaison serait démontrée par celles, de couleur brune, que forme l'iode avec la chaux et la magnésie, et que l'on obtient en évaporant un mélange d'iodure de potassium avec l'iodate de chaux ou de magnésie. Il n'est pourtant pas encore démontré si ces dernières sont effectivement des combinaisons de l'iode avec des oxides métalliques; elles pourraient être tout aussi bien des mélanges d'iodates basiques (pour la formation desquels l'acide iodique a une très grande disposition) avec des iodures métalliques qui contiendraient deux fois plus d'iode que les iodures ordinaires, surtout quand on sait que de semblables combinaisons sont déjà connues pour le sodium et le potassium. Tant que cette circonstance ne sera pas éclaircie, les combinaisons colorées de l'iode avec la chaux et la magnésie ne peuvent être d'aucun poids pour l'objet dont il s'agit.

Granville, en cherchant à déterminer dans quel état se trouvait le chlore dans la liqueur décolorante de Labarraque, a été conduit à la conclusion qu'il n'y avait que la quantité de chlore qui n'était pas combinée avec la soude qui seule décolorât.

Plus tard, M. Faraday a reconnu que lorsqu'on fait bouillir rapidement cette liqueur, il ne s'en dégage point de chlore, et qu'on obtient un sel qui possède la saveur particulière et le pouvoir décolorant de cette même liqueur avant son ébullition; et Phillips a obtenu le même sel en

cristaux aciculaires, qu'il considère comme composés de chlore et de carbonate de soude.

Dingler fils, dans une très longue dissertation avec très peu d'expériences, prétend que les acides sulfurique, nitrique et hydrochlorique ne dégagent du chlorure de chaux que du chlore pur, entièrement absorbable par une dissolution de potasse ou par le mercure, et ne faisant pas explosion quand il est échauffé au dessus de 190° ; ce qui prouve, suivant lui, que l'opinion que j'ai émise, et qui consiste à considérer le chlorure de chaux comme du chlorite de chaux, n'est point exacte.

Déterminé par une opposition aussi positive d'un jeune chimiste qui paraît ne pas connaître les difficultés de la chose, je dirai ici quelques mots sur les motifs qui avaient formé mon opinion, quoique je les aie publiés depuis 1817.

J'ai dissous dans du carbonate de potasse pur autant de chlorure de potassium qu'il a pu en prendre, et j'ai fait passer un courant de chlore dans le liquide au moyen d'un tube évasé à son extrémité en entonnoir. Peu de temps après, du chlorure de potassium a commencé à se précipiter, et après qu'il s'en fut déposé une couche d'un pouce d'épaisseur, le liquide possédait encore la propriété de bleuir d'abord le papier rouge de tournesol et ensuite de le décolorer. Le sel séparé n'était que du chlorure de potassium contenant une trace de chlorate de potasse. On sait cependant que ce dernier sel est si peu soluble, qu'il se précipite en grande partie à mesure qu'il se forme. Conséquemment, pour cette quantité de chlorure de potassium il ne s'était formé que la quantité de chlorate de potasse

pouvant être tenue en dissolution, laquelle est si petite, qu'on peut presque la négliger. Il s'était formé à sa place une autre combinaison, dans laquelle devait se trouver l'oxygène que le potassium avait abandonné, en se précipitant, à l'état de chlorure, et qui était restée en dissolution.

Ayant séparé le liquide décolorant du chlorure de potassium, je l'ai saturé entièrement de chlore; mais alors il s'est précipité du chlorate de potasse ne contenant presque pas de chlorure de potassium.

Je tirai de là cette conclusion que lorsqu'on fait passer du chlore dans une dissolution de potasse, il se forme d'abord du chlorite de potasse, qui reste en dissolution, et du chlorure de potassium, qui se précipite aussitôt que le liquide en est saturé; que la formation de l'acide chloreux continue jusqu'à ce que l'alcali soit saturé à un certain point; mais qu'alors, en continuant de faire passer du chlore pour saturer entièrement la base, l'acide chloreux, contenu dans le sel dissous, se change en acide chlorique au moyen de l'oxygène séparé de la base par le chlore, et que c'était pour cela que, dans le sel qui se précipitait, il y avait beaucoup plus de chlorate de potasse que de chlorure de potassium.

Comme les liquides décolorans que l'on obtient en saturant imparfaitement de chlore la soude ou la chaux ont l'odeur, la saveur et la propriété décolorante du sel de potasse, dont la nature ne me paraissait plus douteuse, je conclus, d'après l'analogie, que ces combinaisons étaient aussi des chlorites, qui, par la saturation complète de la base, se seraient changés en chlorates.

Cette manière de voir est fortifiée par l'obser-

vation que la combinaison supposée de la potasse avec l'acide chloreux, étant évaporée avec précaution à l'abri de l'air, fournit un sel cristallisé dont la dissolution décolore. Si l'on vient à faire bouillir cette dissolution, de l'oxygène se dégage, et il se précipite du chlorure de potassium avec du chlorate de potasse.

Ces phénomènes montrent que les chlorites, dans de certaines circonstances, peuvent être décomposés de deux manières différentes: 1^o. ils abandonnent leur oxygène, comme pendant l'ébullition, et se changent en chlorures métalliques; 2^o. l'oxygène d'un atome du sel se sépare, et en change deux atomes en chlorate. Ce dégagement d'oxygène, que Berthollet a déjà observé, montre clairement que l'oxygène est retenu très faiblement dans le liquide décolorant, et que ce dernier est tout autre chose qu'une simple combinaison de chlore et de potasse.

En combinant le chlore avec de l'hydrate de chaux, on ne peut pas montrer, avec la même certitude que dans le cas précédent, qu'il a dû se former du chlorure de calcium, puisque la masse reste sous une forme solide. En la dissolvant dans l'eau, on obtient, comme on le sait, un liquide décolorant.

M. Gay-Lussac a montré que cette dissolution précipitait le nitrate d'argent; et comme il a supposé qu'elle n'était autre chose que du chlorure de chaux, il a cru que cette précipitation était due à ce que, au moment de la décomposition pendant laquelle le chlore abandonnait la chaux, il se formait du chlorure d'argent et du chlorate d'oxide d'argent, qui restait en dissolution. Il a montré la présence du dernier en évaporant le

liquide et chauffant le résidu, lequel a laissé dégager de l'oxygène et a laissé du chlorure d'argent. Ces recherches, qui ont été connues en 1819, sont les seules, avec celles que j'avais faites avant, qui, autant que je sache, aient été entreprises pour résoudre la question. Je vais maintenant ajouter quelques observations que j'ai eu occasion de faire.

Il paraît résulter de la supposition de M. Gay-Lussac que, lorsque la dissolution de chlorure de chaux est décomposée par un excès de nitrate d'argent, tout le chlore passe à l'état de chlorure et de chlorate d'argent, et que le liquide doit avoir perdu sa propriété décolorante. Il m'a paru facile de déterminer s'il en était ainsi. J'ai dissous dans l'eau du chlorure de chaux, et j'ai précipité la dissolution avec du nitrate d'argent neutre. Le précipité était noir, à cause de l'oxide précipité par l'excès de base; mais à mesure que l'excès de base décroissait par la saturation, le liquide devenait de plus en plus décolorant, et enfin une vive effervescence d'oxygène s'est faite instantanément et la propriété décolorante avait disparu.

Il était évident aussi que le premier précipité contenait du chlorure d'argent qui s'était séparé de l'oxygène dont on venait d'observer le dégagement. Quoique ce phénomène semble montrer que la dissolution était toute autre chose que du chlorure d'oxide d'argent, on ne voit point facilement si elle était un degré particulier d'oxidation du chlore, ou un peroxide d'hydrogène, dont l'oxide d'argent aurait pu effectuer la décomposition. Le peroxide d'hydrogène réducteur, en se décomposant, l'oxide d'argent, j'ai bien lavé le préci-

pité noir avec de l'acide hydrochlorique, pour pouvoir séparer l'argent réduit du chlorure d'argent au moyen de l'ammoniaque; mais l'acide hydrochlorique a changé instantanément la masse noire en chlorure d'argent, en donnant lieu à un faible développement de chlore. Ce précipité ne contenait point d'argent réduit, mais était au contraire en grande partie un suroxyde d'argent.

J'ai versé ensuite dans le chlorure de chaux une dissolution de nitrate de plomb neutre. Celui-ci a précipité de suite une masse blanche, qui bientôt a commencé à devenir jaune. J'ai ajouté aussitôt du nitrate en excès, et la masse a pris la consistance d'une bouillie. Elle était d'abord blanche, mais elle n'a pas tardé à devenir jaune. Jetée sur un filtre, elle a donné un liquide avec excès de nitrate de plomb, qui décolorait aussi bien qu'avant et même plus vite. La masse qui était sur le filtre devint d'une couleur de plus en plus foncée, et, à la fin, d'une couleur brune. Cette oxidation successive du sel de plomb basique précipité resterait sans explication, si la précipitation du chlorure de plomb, qui se fait si vite et en si grande quantité, n'arrivait que parce que le chlore, en se combinant avec l'oxide de plomb, se changerait en chlorure et en chlorate de plomb. Il est clair que, après la précipitation du chlorure de plomb, la dissolution contient encore une substance oxidante qui épuise continuellement son action oxidante sur l'oxide de plomb. Dans cette expérience, il n'y a eu aucun développement de gaz oxygène; mais le liquide décolorant, filtré, s'est troublé peu à peu, est devenu acide, et a déposé un précipité brun pendant qu'il a laissé dégager du chlore. Ce dégagé-

ment de chlore dans le liquide, pendant qu'il se précipite du peroxide de plomb, pourrait s'expliquer, mais difficilement, par la présence de l'acide nitrique, en ce que l'oxide de plomb (si on le considère comme combiné avec le chlore dans le liquide) se change en partie en peroxide aux dépens de l'acide nitrique du nitrate de plomb ajouté en excès, et laisse dégager le chlore. On ne pourrait pas supposer non plus que ce changement se soit effectué aux dépens de l'eau ou d'une partie de l'oxide de plomb contenu dans le nitrate; car alors il aurait dû se former de l'acide hydrochlorique et du chlorure de plomb; il n'a pu, au contraire, se faire que parce que l'oxide de plomb, tant de l'acide nitrique que de l'acide chloreux, a réduit en chlore l'oxide chloreux, pendant qu'il s'est lui-même suroxydé.

Autant que je puis le voir maintenant, cette chose me paraît décidée; car, puisque le peroxide de plomb n'a point dégagé du liquide, de l'oxygène, mais bien du chlore, il est évident que ce qui a changé, dans l'expérience précédente, l'oxide d'argent en peroxide ne pouvait être du peroxide d'hydrogène.

J'ai mêlé ensuite du chlorure de chaux avec de l'eau, et j'y ai versé de l'acide nitrique jusqu'à complète dissolution de la masse. Le liquide ne sentait point le chlore, blanchissait instantanément le papier de tournesol, et avait tout à fait la saveur du chlorite de potasse. Appliqué sur la peau, il a donné une odeur particulière, entièrement semblable à celle que donne le peroxide d'hydrogène. C'est pour cela que j'en ai laissé une goutte s'évaporer entièrement sur la main; mais je n'ai pas aperçu la tache d'un blanc de

lait que produit le peroxide d'hydrogène. Il est aussi assez probable que la substance décolorante, contenue dans le liquide, n'est point le peroxide d'hydrogène, quoiqu'elle décolore de la même manière que le dernier, c'est à dire en vertu d'une oxidation.

La dissolution, entièrement neutre, n'a point donné la moindre odeur de chlore. Une goutte de nitrate d'argent neutre s'y est précipitée en une masse blanche. Ayant ajouté, en une fois, du nitrate d'argent en excès, il en est résulté un précipité blanc, et on n'a point senti la moindre odeur de chlore. Le liquide, jeté sur le filtre, a passé très promptement; il avait en même temps la saveur qui appartient aux sels d'argent et à l'acide chloreux, et décolorait aussi promptement et aussi parfaitement qu'avant la précipitation (1); mais bientôt il a commencé à se troubler: du chlorure d'argent s'est précipité, et il s'est formé du chlorate d'argent dans le même rapport que le pouvoir décolorant diminuait; enfin le liquide s'est éclairci de nouveau, et a présenté une réaction acide sans décolorer et sans donner l'odeur de chlore. Lorsque le liquide s'est trouvé mêlé avec de l'oxide d'argent, le chlorite s'est décomposé avec dégagement de gaz oxygène; mais lorsqu'il ne contient aucune partie qui puisse agir comme désoxidante, le chlorite se décompose en un atome de chlorure d'argent

(1) En faisant cette expérience, il vaut mieux se servir de la dissolution d'argent pour déterminer si la dissolution est neutre; car, aussi long-temps que le précipité d'argent est coloré, le liquide contient un excès de chaux; et lorsqu'après la précipitation il exhale l'odeur de chlore, il contient de l'acide en excès.

qui se précipite, et en deux atomes d'argent, qui restent en dissolution.

Il est évident, d'après ce qui précède, que l'expérience de M. Gay-Lussac est exacte dans son résultat final, mais qu'elle ne démontre nullement que le chlorure d'argent qui se précipite dans le premier mélange du chlorure de chaux avec le nitrate d'argent n'est dû qu'au chlorure de chaux dissous dans le liquide, et non au chlorure de calcium qu'il contient.

Si l'on précipite, avec un excès de nitrate de plomb, du chlorure de chaux neutralisé avec soin avec de l'acide nitrique, on obtient instantanément un magma de chlorure de plomb blanc qui se suroxyde promptement, et le liquide incolore, blanchissant, qu'on en sépare, jaunit très vite, et commence à sentir le chlore aussitôt qu'il se trouble par l'oxide brun de plomb qui se forme.

Je crois avoir prouvé, autant qu'il se peut maintenant, par ces expériences que lorsqu'on combine le chlore par la voie humide avec une base oxidée, il s'opère la même décomposition que dans la combinaison du soufre avec une base, c'est à dire que pendant que le soufre forme de l'acide hyposulfureux et un sulfure métallique, le chlore forme un chlorure métallique et prend un degré d'oxidation inférieur à celui qu'il a dans l'acide chlorique, lequel se combine avec la base à l'état de sel. Ce sel a une grande tendance à céder de l'oxygène, à laquelle il doit sa propriété décolorante. Lorsqu'on le mêle avec certains corps organiques, il les détruit en les oxidant, et se change par là en chlorure métallique; il est aussi changé en chlorure métallique avec dégagement d'oxygène par quelques oxides métalli-

ques électro-négatifs, qui décomposent le peroxide d'hydrogène avec dégagement d'oxygène; et comme la différence de solubilité des chlorures métalliques et des chlorates est très grande, les chlorites se décomposent d'eux-mêmes peu à peu en chlorates et en chlorures métalliques.

Les expériences précédentes ne décident point quel est le degré d'oxidation du chlore; mais comme l'oxide de chlore ne blanchit point, et qu'on ne connaît point jusqu'à présent de combinaison d'un atome de chlore avec 1 ou 2 atomes d'oxygène, il ne reste qu'à supposer, bien que je ne nie pas la possibilité du contraire, que les combinaisons décolorantes contiennent un oxide formé de 2 atomes de chlore et de 3 d'oxygène, que, d'après son analogie avec les acides nitreux et phosphoreux, on peut appeler *acide chloreux*, et qu'il peut former des combinaisons avec les bases.

Un fait qui paraît opposé à cette manière de voir est que les combinaisons décolorantes, comme on le sait, sont complètement décomposées par l'acide carbonique de l'air ou par un courant de gaz carbonique, en laissant dégager le chlore. On pourrait croire, en admettant même la facile décomposition du chlorite, que le chlorure métallique ne serait pas décomposé; mais chaque atome d'acide chloreux, qui devient libre, oxide une partie du métal dans le chlorure métallique, et l'acide carbonique forme ainsi un bicarbonate, qui n'est point décomposé par le chlore; et aussitôt que le chlore, séparé de cette matière, peut s'échapper, la décomposition marche sans interruption. C'est ainsi qu'on peut précipiter par le gaz carbonique une dissolution de sulfure d'ar-

senic ou de sulfure d'étain dans la potasse caustique, sans que l'on puisse apercevoir la moindre trace d'acide arsénieux ou d'oxide d'étain avec lesquels la potasse était combinée, parce qu'ils oxident la base avec laquelle l'acide carbonique doit se combiner.

57. *Mémoire sur le CHLORURE DE CHAUX*; par M. Morin. (Biblioth. univ., 1828.)

Quand on fait passer lentement du chlore sur de l'hydrate de chaux Ca Aq^2 , il se transforme tout entier en sous-chlorure. S'il y a un excès de chaux par rapport à l'eau, c'est encore la même combinaison qui se produit, et l'excès de chaux reste mélangé: si, au contraire, il y a une plus grande proportion d'eau, le chlore absorbé reste encore proportionnel à l'hydrate Ca Aq^2 . Quand on plonge de la chaux vive dans de l'eau jusqu'à ce qu'elle n'en absorbe plus, elle en prend la quantité suffisante pour former l'hydrate Ca Aq^2 ; mais, en se délitant, elle perd la moitié de l'eau qu'elle avait absorbée, et il faut lui restituer cette portion d'eau avant de la traiter par le chlore.

Lorsque le chlore est absorbé lentement et à une température basse par l'hydrate de chaux, il ne se forme que du chlorure; mais quand la température s'élève, ce qui a lieu lorsque le courant du chlore est rapide et lorsque la masse est épaisse, une portion du chlorure d'oxide se décompose en chlorure de calcium et en chlorate de chaux; quelle que soit d'ailleurs l'élévation de température spontanée, il ne se décompose jamais plus de $\frac{1}{3}$ du chlorure d'oxide.

Si l'on chauffe une dissolution de chlorure, il

se sépare de l'oxigène dont le dégagement s'accélère à mesure que la température s'élève, et qui est très rapide à l'ébullition. La quantité d'oxigène est toujours la même, quel que soit le titre; elle est telle qu'elle correspond aux deux tiers du chlore absorbé par l'hydrate, et les dissolutions bouillies renferment toujours la même proportion relative de chlorate de chaux et de chlorure de calcium: cette proportion est de 1 at. de chlorate pour 17 at. de chlorure.

Le chlorure de chaux, solide ou en dissolution, abandonné à lui-même, se décompose peu à peu, d'autant plus rapidement que la température est plus élevée, en laissant dégager de l'oxigène, et il se transforme en chlorure de calcium sans qu'il y ait formation de chlorate. Lorsque les dissolutions sont exposées au contact de l'air, il se forme une pellicule de carbonate de chaux, et les liqueurs répandent l'odeur du chlore. En brisant continuellement cette pellicule, l'acide carbonique de l'atmosphère finit par transformer tout le chlorure en carbonate avec dégagement de chlore.

Pour analyser les divers chlorures que j'ai eu à examiner, j'en ai précipité la chaux par une dissolution de sous-carbonate de potasse; puis j'ai évaporé la liqueur avec précaution, et j'ai séparé le chlorate de potasse du chlorure de potassium par des cristallisations répétées.

La potasse se comporte avec le chlore absolument comme la chaux. Lorsque les dissolutions sont concentrées, il se forme du chlorate, tandis que quand elles sont étendues il ne s'en forme pas; mais quand on évapore ensuite les dissolutions, quelles qu'elles soient, on obtient une proportion

de chlorate qui correspond à un tiers du chlore absorbé, et le reste du chlorure d'oxide se transforme en chlorure de potassium avec dégagement de gaz oxigène, et en définitive il se forme 1 at. de chlorate pour 17 at. de chlorure. Lorsqu'on a pour but de préparer du chlorate, il est donc indifférent d'employer des dissolutions concentrées ou étendues.

58. *Mémoire sur l'essai du CHLORURE DE CHAUX par l'hydrochlorate de manganèse*; par M. Morin. (Biblioth. universelle, t. 38, p. 140.)

La teinture d'indigo, que l'on a employée jusqu'ici pour déterminer le titre du chlorure de chaux, a l'inconvénient de se détériorer avec le temps, et très promptement lorsqu'elle est étendue d'eau; de plus, elle ne donne de résultat constant que quand on mélange les deux liqueurs avec une vitesse convenable et toujours la même, parce que quand le mélange est fait trop lentement ou trop rapidement, une partie du chlore mis à nu par l'acide sulfurique s'échappe sans réagir sur la couleur.

L'hydrochlorate de manganèse donne des résultats beaucoup plus exacts. La plus petite quantité de chlorure de chaux produit un précipité brun foncé dans les dissolutions de ce sel; l'acide hydrochlorique s'empare de la chaux, le chlore se dégage, et la quantité de liqueur décomposée correspond exactement à celle du chlore dégagé: la seule cause d'erreur pourrait provenir de l'action de la chaux caustique dissoute avec le chlorure de chaux; mais cette erreur est sans importance. L'unité de mesure adoptée par M. Gay-

Lussac est telle, que chaque degré représente $\frac{1}{10}$ de volume de chlore dans la dissolution. On conserve les mêmes degrés quand on se sert du chlorure de manganèse; mais la manière de faire l'essai est différente.

Pour préparer la liqueur d'épreuve, on prend le résidu de la préparation du chlore par le peroxide de manganèse et de l'acide hydrochlorique; on le fait bouillir avec un excès d'oxide pour le saturer; on le filtre et on l'étend d'une quantité d'eau telle, que chaque volume de liqueur précipite complètement un volume égal d'une dissolution de chlorure de chaux contenant son volume de chlore; un volume de cette dissolution représente donc 10 volumes de dissolution d'indigo: c'est le degré de force le plus convenable; mais pour ne pas apporter de changement à la manière de compter les degrés de chlorure, il faut faire l'essai sur un volume de dissolution dix fois plus grand que celui sur lequel on opère avec la dissolution d'indigo. On prévient toute altération de la dissolution de chlorure de manganèse en y ajoutant 10 gouttes d'acide hydrochlorique par litre.

Le chloromètre contient deux tubes gradués en sens inverse, dont les divisions indiquent des volumes égaux; ils sont fermés à la partie inférieure. L'un d'eux, désigné sous le nom de *burette*, porte un tube latéral adapté à sa partie inférieure, et d'un diamètre beaucoup plus petit, par lequel on verse la liqueur; la graduation est descendante et le trait supérieur en marque le zéro: chacune des grandes divisions contient 10 parties ou degrés.

On remplit la burette de la liqueur d'épreuve

jusqu'au 0°. D'autre part, on dissout 5^g de chlorure de chaux dans un demi-litre d'eau, comme l'indique l'instruction de M. Gay-Lussac; on filtre, on remplit l'autre tube du liquide jusqu'à la 10^e. grande division, on le verse dans un verre, ainsi qu'un peu d'eau, dont on a dû se servir pour laver l'intérieur du tube.

On fait alors tomber la liqueur d'épreuve par gouttes dans le verre jusqu'à ce que le précipité, après un instant d'agitation, soit distinct et la liqueur qui surnage légèrement louche; on en filtre une petite portion, à laquelle on ajoute une goutte de liqueur d'épreuve: si elle occasionne un précipité, quelques gouttes doivent encore être versées dans le verre à essai. Deux filtrations suffisent pour reconnaître le point de saturation. Un nouvel essai peut servir à le déterminer d'une manière plus précise; mais avec un peu d'habitude on peut arriver au vrai titre sous filtre. Au moment où le chlorure est entièrement décomposé, le précipité se sépare nettement, et le liquide devient parfaitement transparent. Le nombre des parties ou degrés de liqueur d'épreuve employés indique le titre du chlorure: le plus parfait marque 100.

Pour être exact, l'essai doit être fait avec une certaine lenteur, parce que, vers la fin de l'opération, le liquide filtré, qui ne précipite pas par le chlorure de chaux au moment même où se fait le mélange, se trouble souvent quelques instans après: cela paraît provenir de la formation d'un peu de chlorure de manganèse par la réaction du chlore sur le protoxide. Cette action a lieu évidemment pendant tout le temps que dure l'essai; mais elle n'influe pas sur les résultats, si

l'on a eu le soin de graduer la liqueur comme il a été dit. J'avais d'abord eu l'idée de calculer la proportion de chlorure de manganèse sec et pur nécessaire pour décomposer une quantité donnée de chlorure de chaux; mais la formation du chlorure et du peroxide de manganèse par la réaction du chlorure sur le protoxide de ce métal ne doit pas laisser à ce moyen le degré d'exactitude convenable. Quelques expériences prouvent cependant que la différence est peu considérable. L'avantage qu'offre l'emploi du muriate de manganèse dépend 1°. de l'état constant de la liqueur; 2°. de ce que la précipitation de l'oxidé est simultanée avec le dégagement du chlore, tandis qu'en employant la dissolution d'indigo le chlore devient immédiatement libre pour réagir sur la couleur.

59. IODURE DE CALCIUM ET DE POTASSIUM; par M. Dublanc. (J. de Phar., 1828, p. 44.)

En mettant ensemble 1 p. $\frac{1}{2}$ de chaux vive, que l'on éteint dans l'eau, avec 1 p. d'iode et 2 à 3 p. d'eau, il se forme de l'iodure de calcium, qui reste dans la liqueur, et de l'iodate de chaux insoluble, qui se mêle avec l'excès de chaux.

En décomposant l'iodure de calcium par le carbonate de potasse, on a de l'iodure de potassium pur.

60. *Sur le GLUCINIUM et l'YTTRIUM*; par M. F. Wohler. (An. de Pog.)

On obtient le glucinium et l'yttrium tout comme l'aluminium, en réduisant leurs chlorures par le potassium. glucinium

On place le chlorure de glucinium par couches dans un creuset de platine avec des morceaux de potassium; on fixe fortement le couvercle avec un fil, et on chauffe à la lampe à alcool. La réduction s'opère en un moment et avec un si grand développement de chaleur, que le creuset devient d'un rouge blanc. On le laisse refroidir complètement, et après avoir ôté le couvercle, on le renverse dans un grand vase rempli d'eau. On réunit le glucinium sur un filtre et on le lave. Il se présente sous la forme d'une poudre d'un gris foncé, qui prend l'éclat métallique sombre sous le brunissoir.

Il ne s'oxide point dans l'air à la température ordinaire, ni dans l'eau, même à la chaleur de l'ébullition; au rouge, il brûle avec une lumière éclatante dans l'air et dans le gaz oxigène. Les acides sulfurique et muriatique le dissolvent avec dégagement de gaz hydrogène: l'acide sulfurique concentré, avec dégagement de gaz sulfureux; et l'acide nitrique, avec formation de vapeur nitreuse. La potasse caustique le dissout aussi avec dégagement d'hydrogène; mais l'ammoniaque, qui dissout l'aluminium, ne l'attaque pas.

Il se combine en produisant une vive lumière avec le chlore, le brome, l'iode, le soufre, le sélénium, le phosphore et l'arsenic. Il se combine avec le tellure sans production de lumière.

Le chlorure, le bromure et l'iodure sont très volatils et cristallisables en aiguilles blanches éclatantes; ils se dissolvent dans l'eau avec un grand dégagement de chaleur.

Le sulfure est gris, infusible, soluble dans l'eau sans dégagement de gaz, et soluble dans les acides avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

Chlorure,
Brome,
Iodure.

Sulfure.

On ne peut pas l'obtenir en faisant passer de l'hydrogène pur ou sulfuré sur le sulfate; ce sel est totalement décomposé, et il reste de la glucine pure.

Le sélénure est fusible, gris, aigre, à cassure cristalline, soluble dans l'eau sans dégagement de gaz. Le phosphore est gris, pulvérulent et développe dans l'eau pure du gaz hydrogène phosphuré spontanément inflammable. L'arséniure et le tellure sont des poudres grises infusibles, qui, au contact de l'eau, laissent dégager du gaz hydrogène arsénique ou telluré.

L'yttria, séparée du cérium par le sulfate de potasse, n'est jamais parfaitement pure; elle contient toujours une petite quantité d'acide sulfurique et de potasse; aussi lorsqu'on la soumet à l'action du chlore gazeux après l'avoir mélangée de charbon, passe-t-il d'abord du chlorure de soufre et reste-t-il, à la fin de l'opération, un chlorure double d'yttrium et de potasse. Le chlorure d'yttrium est absolument semblable au chlorure de glucinium; il se réduit également par le potassium.

L'yttrium obtenu de cette manière est une poudre luisante, d'un gris noir, composée d'écaillés d'un noir de fer, avec un éclat métallique parfait.

A la température ordinaire, il ne s'altère ni dans l'air ni dans l'eau. A la chaleur rouge, il brûle dans l'air avec un éclat extraordinaire, et l'yttria qui se produit présente des traces non équivoques de fusion. Il se dissout avec dégagement de gaz dans l'acide sulfurique faible et dans la potasse; mais l'ammoniaque est sans action sur lui.

Sélénure,
Phosphore,
Arséniure,
Tellure.

Yttrium.

A l'aide de la chaleur, il se combine avec lumière au soufre, au sélénium et au phosphore.

Le sulfure est pulvérulent et gris, inaltérable par l'eau, soluble dans les acides avec dégagement d'hydrogène sulfuré.

Le séléniure est noir, et se comporte avec l'eau et les acides comme le sulfure.

Le phosphore est gris noir, pulvérulent, et donne très facilement avec l'eau un gaz spontanément inflammable.

61. *Note sur un moyen de dissoudre les MÉTAUX dans les acides et sur la fabrication de quelques SELS MÉTALLIQUES; par M. Bérard. (Ann. de l'Indust., t. I, p. 78.)*

On sait depuis long-temps que la plupart des métaux conservent leur brillant lorsqu'ils sont exposés à l'air très sec, tandis qu'au contraire ils se ternissent plus ou moins promptement, lorsqu'ils sont mis en contact avec l'air humide, ou mieux encore lorsqu'ils sont couverts d'une légère couche d'eau. Dans ce dernier cas, c'est l'oxigène de l'air dissous dans l'eau qui produit l'oxidation. Comme l'eau ne contient que le vingt-cinquième de son volume d'air, la quantité d'oxide formé aux dépens de cet air ne peut être que très petite; mais comme l'action est continue, et que l'eau privée d'air est très avide d'en absorber de nouveau par son contact avec l'atmosphère, ce moyen produit l'oxidation avec une très grande promptitude; il est en même temps tellement économique, qu'il peut être d'une grande utilité dans les arts. Nous le mettons à profit dans no-

tre fabrique à Montpellier, pour préparer le sulfate de cuivre, l'hydrochlorate de protoxide d'étain et l'acétate de plomb.

On réduit le métal en lames minces ou en grenailles, que l'on entasse dans un vase de manière à laisser le plus de contact possible avec l'air; on remplit le vase de l'acide dans lequel on veut opérer la dissolution. Cet acide doit être très étendu d'eau, parce que, s'il était concentré, l'eau qu'il contiendrait serait, à cause de son union avec l'acide, moins susceptible d'absorber l'air. On retire bientôt cet acide, et on laisse le métal en contact avec l'air. Alors la combinaison avec l'oxigène s'opère, dans la plupart des cas, avec tant de force, qu'il y a une augmentation de chaleur assez grande pour produire l'évaporation du liquide. La présence de l'acide augmente la tendance du métal à se combiner avec l'oxigène de l'air dissous par l'eau. Au bout de dix à douze heures, on recouvre de nouveau le métal de l'acide soutiré d'abord; celui-ci, trouvant l'oxide à l'état d'hydrate, le dissout avec la plus grande facilité. En retirant encore l'acide, après quelques heures, le métal reste humecté et exposé à l'air: le même phénomène décrit se renouvelle, et ainsi de suite. On peut ainsi, en répétant les mêmes opérations, parvenir, dans très peu de jours, à saturer entièrement l'acide.

62. *Sur la décomposition de l'AMMONIAQUE par les métaux; par M. F. Savart. (An. de Ch., t. 37, p. 326.)*

On sait depuis long-temps que divers métaux, tels que le cuivre et le fer, jouissent, lorsqu'ils

sont portés à une température élevée, de la propriété de séparer les élémens qui constituent l'ammoniaque, et que ces métaux deviennent très cassans; mais on avait cru jusqu'ici qu'ils n'augmentaient pas de poids. Les expériences que j'ai faites m'ont prouvé qu'il y a toujours une augmentation notable. 28^s,86 de cuivre en fils de 4 millimètres de diamètre, après avoir opéré la décomposition de l'ammoniaque pendant quatre heures, ont augmenté de 0^s,105 = $\frac{1}{276}$: la densité du métal a diminué dans le rapport de 8,8659 à 8,7919. 40^s,135 de fer, après avoir décomposé pendant neuf heures un courant d'ammoniaque, ont augmenté de 0^s,06 = $\frac{1}{690}$; la densité du métal a diminué dans le rapport de 7,788 à 7,664. Le fer qui n'est resté en contact que pendant une heure ou deux avec le courant de gaz ammoniac prend un grain très fin comme de l'acier; il est susceptible d'être trempé, et il fait feu au briquet; au contraire, lorsque l'action du gaz a duré long-temps, comme huit à dix heures, le fer devient plus doux; il ne prend plus la trempe, et son grain ressemble à celui de la plumbagine.

J'ai fait fondre dans une cornue de porcelaine 49^s de cuivre traité par un courant d'ammoniaque: il ne s'est dégagé aucun gaz; mais le cuivre a perdu 0^s,1 de son poids, et entre le culot et la cornue il y avait une substance d'un jaune brun qui paraissait avoir plus de densité que le cuivre, et qui s'était unie en partie au verre de la cornue. Cette substance, mise en contact avec le potassium, produit une matière brun verdâtre, qui paraît être de l'azoture de potassium. Ces expériences semblent donc venir à l'appui des

idées de MM. Davy et Berzelius, qui considèrent l'azote comme un oxide dont le radical, qu'ils ont appelé *ammonium*, serait la substance qui formerait des alliages avec le cuivre et avec le fer dans les circonstances que nous avons rapportées.

63. *Observations pour servir à l'histoire des IO-DURES MÉTALLIQUES*; par M. Berthémot. (J. de Phar., 1828, p. 610.)

Le deuto-iodure de mercure est décomposé par le zinc, le fer, l'étain, le cadmium, l'antimoine, le bismuth, le cuivre, le plomb et l'argent. Deuto-iodure de mercure.

Avec le zinc, sa décomposition est complète, et il se forme un amalgame et de l'iodure de zinc, qui cristallise en octaèdres.

Avec le fer, le deuto-iodure passe à l'état de proto-iodure, et se décompose ensuite entièrement. L'iodure de fer et l'iodure de mercure peuvent se combiner, et forment un composé qui cristallise par évaporation en aiguilles jaunes brunâtres, et que l'eau décompose.

Avec l'étain, il se forme un amalgame; il se précipite de l'oxide d'étain, et la liqueur contient de l'acide hydriodique, de l'iodure d'étain et de l'iodure de mercure.

Avec le cadmium, on obtient un iodure double, qui cristallise en petits feuillets d'un blanc jaunâtre.

Avec l'antimoine, à l'aide de la trituration, il se forme de l'iodure d'antimoine, qui décompose l'eau, et il en résulte de l'oxide d'antimoine, et une liqueur acide, qui tient en dissolution un peu d'iodure d'antimoine et de l'iodure de mercure.

Avec le bismuth, les phénomènes sont les mêmes qu'avec l'antimoine.

Avec le cuivre, à l'aide d'une longue ébullition, le mercure est revivifié en passant par l'état de proto-iodure.

Avec le plomb et l'argent, le deuto-iodure de mercure est ramené seulement à l'état de proto-iodure.

Iodure de
cuivre.

Pour préparer l'iodure de cuivre, j'ai mêlé du sulfate de cuivre avec l'iodure de potassium, et j'ai lavé le précipité grisâtre qui s'est formé avec de l'alcool, pour en séparer l'iode qui est mis à nu dans cette opération.

Cet iodure est complètement décomposé par les oxides alcalins, y compris la magnésie.

Les carbonates de potasse et de soude le décomposent également; mais l'acide carbonique se dégage par l'ébullition, et le précipité est de l'oxide brun de cuivre.

Le fer, le zinc et l'étain en précipitent le cuivre à l'état métallique: l'antimoine et le bismuth n'agissent que faiblement sur lui.

Iodure d'an-
timoine.

J'ai préparé l'iodure d'antimoine en faisant fondre dans un petit mortier parties égales d'antimoine et d'iode; cet iodure est très fusible et très volatil: ses vapeurs se condensent en paillettes rougeâtres. L'eau le décompose en acide hydriodique, qui tient en dissolution de l'iodure, et en une poudre jaune qui est de l'oxide ioduré.

L'oxide ioduré est réduit à l'état métallique par le fer et par l'étain. Les oxides alcalins et leurs carbonates le transforment en oxide d'antimoine pur.

Iodure de
bismuth.

L'iodure de bismuth peut être préparé comme l'iodure d'antimoine; il est très fusible, volatil, et

crystallise par condensation de ses vapeurs en paillettes métalliques: l'eau le décompose en oxiodure couleur marron et en acide hydriodique, qui retient en dissolution un peu d'iodure. Le zinc et le fer le réduisent presque en totalité; la potasse et la soude caustique le transforment en oxide pur; mais les carbonates alcalins ne le décomposent que partiellement.

L'iodure d'argent est réduit par le fer, le zinc et l'étain: l'antimoine, le bismuth et les métaux qui ne décomposent pas l'eau n'exercent aucune action sur lui; la potasse et la soude le font passer du jaune au brun, mais ne le décomposent que partiellement; les carbonates alcalins changent légèrement sa couleur; la baryte, la strontiane et la chaux ne l'altèrent pas.

Iodure d'ar-
gent.

64. *Sur la préparation de l'ACIDE TITANIQUE; par M. H. Rose. (An. de Pog., 1828.)*

Si l'on veut préparer de l'acide titanique pur avec le fer titané, que l'on peut se procurer facilement en beaucoup plus grande quantité que le ruthile, on peut s'y prendre de la manière suivante: après avoir pulvérisé et lavé le fer titané, on l'expose à une température très élevée, dans un tube de porcelaine traversé par un courant d'acide hydrosulfurique sec. L'oxide de fer sera réduit et changé en sulfure, tandis que l'acide titanique n'aura éprouvé aucun changement. Après le refroidissement, on fait digérer le produit avec de l'acide hydrochlorique concentré; il se dégage beaucoup d'acide hydrosulfurique, et il se dépose du soufre, qui, se mêlant avec l'acide titanique, que la chaleur a rendu insoluble dans l'acide, le rend gris. On lave l'acide, on le des-

sèche et on le fait rougir pour chasser le soufre.

Si on se bornait à cette seule opération, l'acide titanique retiendrait encore du fer, et deviendrait rouge par la calcination. La raison en est que le sulfure de fer qui se forme étant en quantité considérable, et s'agglomérant par la chaleur avec l'acide titanique, empêche le centre de la masse d'être entièrement attaqué par l'acide hydrosulfurique. C'est pour cela qu'il ne faut pas pousser l'opération jusqu'à ce qu'il ne se dégage plus d'eau, ce qui la rendrait très longue, mais l'arrêter au moment où le dégagement de l'eau commence à diminuer sensiblement. On expose une seconde fois l'acide titanique dans le tube de porcelaine à un courant de gaz hydrosulfurique, et après l'avoir traité par l'acide hydrochlorique, bien lavé et rougi, il devient tout à fait blanc et parfaitement pur.

On peut traiter par ce procédé tout acide titanique ne contenant qu'un peu de fer et même le ruthile.

Ce procédé me paraît plus court et moins dispendieux que celui que j'ai fait connaître, et qui consiste à dissoudre le fer titané dans l'acide hydrochlorique, à mettre dans la dissolution de l'acide tartrique, et à précipiter le fer par l'hydrosulfate d'ammoniaque. Outre que ce dernier procédé est plus minutieux et plus dispendieux que l'autre, il ne m'est pas arrivé de trouver encore de l'acide tartrique exempt de chaux; et alors cette base reste combinée avec l'acide titanique.

Si, pendant le traitement du fer titané par l'acide hydrosulfurique, on ne chauffe pas trop fortement, l'acide titanique que l'on obtiendra

rendra l'eau des lavages laiteuse, et passera en partie à travers le filtre; mais cela n'aura pas lieu si la température a été plus élevée.

L'emploi du gaz hydrogène pur ne réussit pas aussi bien que celui de l'acide hydrosulfurique: l'oxidule est à la vérité réduit; mais l'acide titanique obtenu par ce procédé était constamment ferrugineux. L'acide hydrochlorique ne donne pas un résultat plus avantageux.

On peut abréger la durée de l'opération qui vient d'être décrite, en commençant par fondre le fer titané avec du soufre dans un creuset de terre. On traite la masse par l'acide hydrochlorique concentré, qui enlève beaucoup de fer; mais il en reste avec l'acide titanique, et à peu près autant que dans le ruthile. En traitant cet acide impur par l'acide hydrosulfurique comme il a été dit plus haut, on parvient à le purifier parfaitement en une seule opération.

65. *Recherches sur le CÉRIUM*; par M. C.-G. Mosander. (An. der Chem., 1827, p. 406.)

Il est extrêmement difficile d'avoir le cérium à l'état métallique; le protoxide est irréductible par le charbon à la plus haute température. Cet oxide, chauffé au rouge, n'est pas réduit non plus par la vapeur de potassium mêlée de gaz hydrogène. Le fluorure est réduit d'une manière imparfaite par cette vapeur; la réduction du chlorure réussit mieux: voici comment on parvient à l'opérer.

On prépare du chlorure de cérium dans un tube de verre, comme il sera dit plus bas; puis on met ce tube en communication, par le moyen d'un bouchon de liège, avec un appareil qui fournit du gaz hydrogène. Quand le tube est

plein de ce gaz, on porte un morceau de potassium immédiatement derrière le chlorure et on le fait fondre, afin que le pétrole qui le mouille soit emporté par l'hydrogène. On chauffe le chlorure d'abord tout près du potassium, jusqu'à une faible incandescence, et ensuite, avec une seconde lampe à alcool, on chauffe aussi le potassium, afin de faire passer celui-ci en vapeur avec le gaz hydrogène sur le chlorure. La décomposition a lieu avec une légère ignition, et quelquefois avec détonation faible; la matière qui reste dans le tube est brune, dure et agglomérée: on la lave rapidement avec de l'alcool à 85°, pour enlever le chlorure de potassium; on comprime le résidu dans du papier-joseph, et on le fait sécher dans le vide.

Le cérium ainsi obtenu contient toujours une certaine quantité d'oxide, et quelquefois du chlorure basique de cérium. Il se présente sous forme d'une poudre dont la couleur varie du chocolat foncé jusqu'au rouge rose, et qui, sous le frottement, prend un éclat grisâtre. Cette poudre ne conduit pas d'électricité: elle répand continuellement l'odeur de l'hydrogène au contact de l'air, et sa couleur pâlit peu à peu; elle s'enflamme par le grillage long-temps avant l'incandescence; elle détonne avec le nitre et avec le chlorate de potasse; elle décompose promptement l'eau, même à la température de zéro, et elle produit une vive effervescence, due à un dégagement d'hydrogène dans l'eau bouillante et dans les acides; elle donne aussi du gaz hydrogène avec l'alcool à 0,85, mais lentement et en petite quantité. Le cérium métallique s'enflamme dans la vapeur de

soufre et dans le chlore gazeux; mais il n'éprouve aucune action de la vapeur du phosphore.

L'oxalate de cérium, chauffé en vase clos à une chaleur modérée, se change en un mélange pulvérulent de peroxide et de carbure de cérium; en traitant ce mélange avec l'acide muriatique, le peroxide se dissout avec dégagement de chlore, et il reste du carbure pur. Ce carbure est d'un brun noir, pesant, et inattaquable par les acides: chauffé à l'air, il brûle promptement, et se transforme en peroxide sans augmenter ni diminuer de poids. L'acétate, calciné légèrement, laisse aussi une poudre noire qui contient du carbure de cérium. L'oxalate, chauffé très fortement en vases clos, donne une poudre d'un jaune de soufre, qui paraît être un composé de protoxide et de deutoxide.

On obtient facilement le sulfure de cérium, soit en faisant passer de la vapeur de sulfure de carbone sur de l'oxide chauffé au rouge dans un tube de porcelaine, soit en chauffant, pendant une heure, un mélange de 1 p. d'oxide, ou de muriate desséché à une très douce chaleur, et de 3 p. d'hépar. Celui qui est préparé par le sulfure de carbone est pulvérulent, et d'un rouge intermédiaire entre la couleur du cinabre et la couleur du minium; celui que l'on obtient avec l'hépar est en petits cristaux ou écailles d'un vert jaunâtre transparent, et ayant quelque ressemblance avec l'or musif. Sous ces différens états, il a les mêmes propriétés et la même composition. A la température ordinaire, il ne s'altère ni à l'air ni dans l'eau; mais quand on le grille, il s'enflamme promptement, laisse dégager de l'acide sulfureux, et se transforme en un sulfate basique

Carbure.

Sulfure.

d'un rouge de brique difficilement soluble dans les acides. Le sulfure de cérium se dissout rapidement dans tous les acides, même les plus faibles, avec dégagement d'hydrogène sulfuré: les dissolutions ne contiennent que du protoxide. Le sulfure préparé avec l'hépar laisse un résidu de soufre, qui s'élève tout au plus à 0,02 de son poids: ce soufre n'est qu'interposé, et on peut le séparer, par le moyen du gaz hydrogène.

Le sulfure de cérium n'est attaqué ni par la vapeur de potassium, ni par la vapeur de l'iode, ni par la vapeur du phosphore; mais le chlore gazeux le décompose assez aisément. La potasse caustique liquide le change en une poudre verte, qui paraît être un oxisulfure.

Sélénium.

On obtient le sélénium de cérium en faisant passer un courant de gaz hydrogène sur du séléniate de protoxide chauffé au rouge dans un tube de porcelaine. Il est pulvérulent, d'un rouge brun, d'une odeur désagréable. Par le grillage, il laisse dégager de l'acide sélénié, et se transforme en sélénite basique blanc et pulvérulent. L'eau ne l'altère pas, mais tous les acides le dissolvent facilement, avec dégagement d'hydrogène sélénié.

Chlorure.

Pour préparer le chlorure de cérium, on introduit dans un tube de verre, long de 8 à 10 pouces et large de 2 à 3 lignes, une masse de sulfure, de manière à laisser vide le quart de la longueur du tube à chaque extrémité. Par une de ces extrémités, on fait arriver un courant de chlore sec, et on adapte à l'autre extrémité un vase qui contient de l'hydrate de chaux, destiné à absorber l'excès de chlore; on chauffe à la lampe, et la décomposition a promptement lieu.

Le chlorure de soufre qui se forme est entraîné en vapeur par le chlore, et le chlorure de cérium qui reste dans le tube est sous forme d'une masse blanche, poreuse et agglomérée, fusible à la chaleur rouge, comme le chlorure de manganèse. Lorsqu'on dissout le chlorure de cérium dans l'eau, et qu'on évapore la solution jusqu'à sec à une douce chaleur, le résidu retient une certaine quantité d'eau en combinaison; si l'on chauffe assez fortement pour en dégager cette eau, le chlorure est en partie décomposé, et se transforme en chlorure basique (oxichlorure).

Quand on chauffe au blanc dans un tube de porcelaine du peroxide de cérium, et qu'on fait passer à travers un courant de gaz hydrogène phosphoré, on obtient une poudre grisâtre, qui se compose de phosphore et de phosphate de cérium; les acides forts en séparent le phosphate sans attaquer le phosphore. Celui-ci est sous forme d'une poudre noire, qui, par le grillage, passe peu à peu au blanc, en se changeant en phosphate.

Phosphore.

66. *Décomposition de l'eau par le fer et l'acide carbonique*; par M. Marshall Hall. (Journ. of sc., t. 6, p. 262.)

Le fer décompose l'eau qui contient de l'acide carbonique; mais il ne décompose jamais l'eau pure, contrairement à ce qu'a annoncé M. Guibourt.

67. *Sur les formes cristallines et la composition des sulfates, des séléniates et des chromates*; par M. E. Mitscherlich. (An. der Chem., 1828.)

Le sulfate et le séléniate d'argent, le sulfate et

Sulfate et sé-

léniate d'ar-
gent; sulfate
et séléniat
de soude an-
hydres.

le séléniat de soude anhydres sont isomorphes; leur forme simple est un octaèdre rhomboïdal (*fig. 1, Pl. II*), qui est modifié par les facettes *d*, *n* et *a* (*fig. 2*); chaque facette *d* est également inclinée sur les quatre faces P adjacentes. Ces facettes *n* remplacent les arêtes D de la base de l'octaèdre; et dans chacune d'elles les deux intersections avec les faces P adjacentes sont parallèles. Les quatre faces *a*, qui sont au sommet, constituent un octaèdre plus obtus; leurs intersections avec les faces P sont parallèles à celles entre P et P': ces intersections entre l'octaèdre obtus et l'octaèdre aigu forment une face parallèle à celle qui passe par les arêtes D et D'. D'après une mesure de l'angle entre *a* et *a'*, j'ai trouvé que la tangente de la moitié de l'angle entre les arêtes *c* et *c''* de l'octaèdre obtus est à la tangente de la moitié de l'angle entre les arêtes *c* et *c''* de l'octaèdre aigu :: 3 : 1.

La cassure lamelleuse est très prononcée parallèlement aux faces *d*; elle est alors fort visible parallèlement aux quatre faces P.

Quelquefois les cristaux sont allongés dans le sens de P et de P', et se présentent alors sous la forme d'un prisme obliquangle, composé des faces P et P, et dont l'arête latérale aiguë est remplacée par la facette.

L'incidence de P sur P' est de 138° 20' dans le sulfate d'argent, 135° 42' dans le séléniat d'argent, 135° 41' dans le sulfate de soude, et d'environ 134° 22' dans le séléniat. L'incidence de P sur P'' est de 125° 11' dans le sulfate d'argent, 120° 30' dans le séléniat, 123° 43' dans le sulfate de soude, et 123° 13' dans le séléniat.

Ces quatre sels sont composés comme il suit :

Sulfate d'argent..	{	oxide d'argent.	0,7434
		acide sulfurique.	0,2566
Séléniat d'arg..	{	oxide d'argent.	0,6463
		acide séléinique.	0,3537
Sulfate de soude.	{	soude.	0,4382
		acide sulfurique.	0,5618
Sélén. de soude.	{	soude.	0,3297
		acide séléinique.	0,6703

On obtient très facilement du sulfate et du séléniat de soude anhydres, en faisant cristalliser une dissolution concentrée à une température de plus de 35° cent., température à laquelle les sels hydrex possèdent la plus grande solubilité; ou bien en exposant dans une capsule ou sur du papier des cristaux de sulfate et de séléniat hydratés à une température assez élevée pour dégager peu à peu l'eau qu'ils contiennent; ou encore en faisant fondre les sels anhydres.

Il y a une liaison intime entre le degré de solubilité dans l'eau et l'identité de forme cristalline; mais ce rapport est modifié par beaucoup de circonstances accessoires.

Quant à la fusibilité des corps, elle ne paraît nullement en rapport avec leurs formes cristallines.

Le meilleur procédé pour obtenir le sulfate et le séléniat d'argent est de les faire cristalliser d'une solution par l'acide nitrique. Ces sels sont très peu solubles dans l'eau.

La forme simple du sulfate, du séléniat, du Sulfate et séléniat d'argent et d'ammoniaque, est un prisme droit à base carrée (*fig. 3*), modifié par les faces *a* et *d* (*fig. 4*); la facette *d* est également inclinée sur M et sur M', et les deux intersections avec ces faces sont parallèles entre elles. Chaque facette *a* Chromate d'argent et d'ammoniaque.

remplace une arête entre d et P , de manière que si ces quatre facettes a prenaient un grand accroissement, elles formeraient par leur réunion un octaèdre à base carrée, ce qui détermine la hauteur du prisme.

Dans les trois sels, l'angle de M sur M' est de 90° ; mais l'angle entre d et d' est de 127° à $127^\circ 13'$ dans le sulfate, $127^\circ 16'$ dans le séléniate, et $127^\circ 47'$ dans le chromate.

On obtient ces sels très facilement, en versant sur des précipités de sulfate, de séléniate ou de chromate d'argent, de l'ammoniaque concentrée et échauffée en quantité suffisante seulement pour que la dissolution soit complète; en laissant refroidir, on voit les sels se déposer en beaux cristaux solubles dans l'eau sans altération; le sulfate et le séléniate sont incolores: le premier est inaltérable à l'air, le second perd de l'ammoniaque; le chromate est jaune, et se décompose très rapidement par son exposition à l'air et devient rouge.

Ces trois sels sont composés de

Sulfate d'ar- gent et d'am- moniaque . . .	{	oxide d'argent.	0,6095
		ammoniaque.	0,1801
		acide sulfurique	0,2104
Séléniate d'ar- gent et d'ammo- niaque.	{	oxide d'argent.	0,5426
		ammoniaque.	0,1604
		acide sulfurique.	0,2970
Chromate d'ar- gent et d'ammo- niaque.	{	oxide d'argent.	0,5732
		ammoniaque.	0,1694
		acide chromique.	0,2574

Cette composition est analogue à celle du sulfate d'ammoniaque et de cuivre avec excès de base, analysé par M. Berzelius. L'ammoniaque y trouve en quantité double de celle qui est nécessaire

pour saturer l'acide. Je crois que ces composés doivent être considérés comme résultant de la combinaison d'un sel neutre d'ammoniaque avec l'ammoniaque d'argent: lorsqu'ils sont dissous dans l'eau, la potasse caustique en précipite sur-le-champ de l'ammoniaque d'oxide d'argent, qui détonne fortement.

La forme du sulfate, du séléniate de nickel et du séléniate de zinc, est un octaèdre aigu à base carrée (*fig. 5*), qui est modifié dans les *fig. 6, 7* et *8* par les faces e , g , a , c et b . La facette e est également inclinée sur les quatre P adjacentes. La facette a est de même également inclinée sur chacune des deux faces P adjacentes, et ses intersections avec elles sont parallèles entre elles; les intersections de la face c avec P et avec g sont parallèles; ainsi les quatre faces c constituent un octaèdre moins aigu: cette même face c est également inclinée sur les deux facettes a adjacentes, et ses intersections avec elles sont parallèles entre elles; d'où il suit que la tangente de la moitié de l'angle de c' sur c'''' est à la tangente de la moitié de l'angle de P sur P'''' :: 2 : 1.

Les facettes b forment avec a et g des arêtes parallèles; ainsi, elles constituent ensemble un octaèdre moins aigu que celui qui est formé par les facettes a , et comme chaque face b forme avec c et P des arêtes qui sont parallèles entre elles, il s'ensuit que la tangente de la moitié de l'angle de b' sur b'''' est à la tangente de la moitié de a' sur a'''' :: 3 : 2.

On obtient une cassure lamelleuse très distincte parallèlement à la face g .

L'angle de P sur P' est de $139^\circ 17' \frac{1}{2}$ dans le sulfate de nickel, ainsi que dans le séléniate, et de $138^\circ 56'$ dans le séléniate de zinc.

Sulfate et séléniate de nickel. Séléniate de zinc.

Dans ces sels, l'oxygène de la base est à l'oxygène de l'acide et à l'oxygène de l'eau :: 1 : 3 : 7. Leur composition est telle qu'il suit :

Sulfate de nickel.	oxide de nickel. . .	0,2671
	acide sulfurique . .	0,2851
	eau.	0,4478
Séléniate de nickel.	oxide de nickel. . .	0,2290
	acide sélénique. . .	0,2837
	eau.	0,3873
Séléniate de zinc. . .	oxide de zinc. . . .	0,2413
	acide sélénique. . .	0,3811
	eau.	0,3776

Le sulfate de nickel produit encore des cristaux prismatiques à 15° ; mais si on expose les cristaux dans un vase fermé à la chaleur du soleil pendant deux à trois jours, sans perdre leur forme extérieure, on remarque en les brisant qu'ils sont composés d'une quantité de cristaux, qui sont des octaédres à base carrée : ceux-ci sont composés de

Oxide de nickel. . . .	0,2813
Acide sulfurique. . . .	0,3002
Eau.	0,4185

et par conséquent ils contiennent 0,0293 d'eau de moins que le sel qui en renferme 7 proportions.

Le séléniate de zinc, qui, à 10° , donne des cristaux prismatiques, change sa forme lorsqu'on expose les cristaux prismatiques sur un papier à la chaleur du soleil.

Il suit de ces phénomènes et d'autres que j'ai fait connaître antérieurement, que les particules isolées de la matière dans les corps solides sont mobiles les unes à l'égard des autres, et qu'elles peuvent prendre une autre position relative que celle qu'elles avaient d'abord, sans que pour cela le corps qu'elles constituent devienne fluide.

68. *Sur le CARBONATE NOIR DE CUIVRE*; par M. Gay-Lussac. (An. de Ch., t. 35, p. 335.)

En faisant bouillir un carbonate de cuivre quelconque jusqu'au moment où il devient noir, il fait encore effervescence avec les acides, mais beaucoup moins qu'avant l'ébullition; en continuant l'action de la chaleur pendant quelques heures, il se change en deutocide, qui ne retient pas du tout d'acide carbonique.

L'acétate de cuivre se décompose aussi par l'ébullition; l'acide acétique se dégage, et il reste une poudre brune, qui n'est que d'oxide de cuivre.

Le précipité formé avec le carbonate de soude dans le sulfate de cuivre en excès est un sous-sulfate de cuivre inaltérable par l'ébullition.

En faisant bouillir une dissolution de sulfate de zinc avec du carbonate de zinc, il se forme aussi un sous-sulfate.

69. *Observations sur l'action réciproque DU SULFURE D'ANTIMOINE, DU CARBONATE DE SOUDE ET DE POTASSE par la voie humide*; par M. Henry fils. (Journ. de Pharm., 1828, p. 525.)

Le kermès des officines est toujours préparé par le procédé de M. Clusel jeune, qui consiste à traiter le sulfure d'antimoine par le carbonate de soude. M. Robiquet pense que cette substance est un sous-hydrosulfate de protoxide d'antimoine; et il fonde son opinion sur ce que le kermès bien desséché donne constamment, par sa décomposition au feu en vase clos, de l'eau, de l'acide sulfureux, et un mélange de protoxide

et de sulfure d'antimoine, et sur ce que, traité par l'acide hydrochlorique très affaibli, il ne laisse pas dégager une bulle d'acide hydrosulfurique, quoiqu'il se dissolve une proportion assez considérable d'oxide d'antimoine, tandis que la portion non attaquée est du protosulfure ordinaire. M. Berzelius croit au contraire que le kermès n'est que du protosulfure très divisé; mais on doit observer que celui qu'il a examiné avait été préparé par l'action des alcalis caustiques. Voici un certain nombre d'expériences dont les résultats viennent à l'appui de l'opinion de M. Robiquet.

J'ai fait bouillir 16 p. de sulfure d'antimoine pulvérisé avec une dissolution de 350 à 400 p. de carbonate de soude bien neutre : il ne s'est dégagé aucun gaz pendant l'opération; la liqueur, filtrée bouillante et préservée du contact de l'air, a laissé déposer du kermès, qui a été lavé et séché à 50 ou 60°. L'eau-mère était presque incolore, ne précipitait qu'en partie les sels de magnésie, et par l'ébullition il se formait encore un dépôt : elle contenait donc du bicarbonate ou un carbonate intermédiaire de soude. Réduite dans le vide aux $\frac{19}{20}$ de son volume et traitée par l'alcool, il s'est dissous une quantité très sensible d'hydrosulfate de soude. Les acides hydrochlorique, sulfurique, acétique, étant versés dans l'eau-mère, y occasionent un dépôt jaune orangé de sulfure d'antimoine, et en dégagent un mélange d'acide carbonique et d'acide hydrosulfurique.

Du kermès lavé à froid et bien pur, traité par l'acide hydrochlorique affaibli ou par un léger excès de crème de tartre pur à une douce chaleur, a laissé

0,625 de sulfure d'antimoine, et les liqueurs contenaient 0,274 de protoxide.

Total. . . 0,899, d'où eau et perte 0,101.

En l'analysant par l'eau régale, il a donné 0,340 de soufre; il en a donné 0,348 en le traitant par l'acide hydrochlorique, recevant les gaz dans du nitrate d'argent, et séparant ce sulfure du chlorure d'argent par l'ammoniaque, etc. Pour doser l'antimoine, on a dissous une certaine quantité de kermès dans l'acide hydrochlorique; on a étendu la liqueur d'eau; on y a ajouté de l'ammoniaque en petit excès, et l'on a calciné fortement le précipité, après l'avoir traité à chaud par l'acide nitrique; on a eu 0,863 de deutoxide, équivalant à 0,716 de protoxide; la liqueur ammoniacale ne retenait que des traces d'antimoine.

Il suit de ces données que le kermès préparé par le carbonate de soude est un oxisulfure hydraté, composé de

Protosulf. d'antimoine..	0,63137—2 at.
Protoxide d'antimoine.	0,27252—1 at.
Eau.	0,09611—6 at.

J'y ai trouvé, en outre, une trace de soude. Le kermès préparé avec le carbonate de potasse s'est trouvé avoir exactement la même composition; mais j'ai analysé plusieurs kermès récents et anciens préparés par d'autres procédés, et tous m'ont présenté des résultats différens qui prouvent la variation du produit.

Quand on lave long-temps le kermès avec de l'eau chaude, on parvient à lui enlever presque tout l'oxide, et le résidu desséché n'est plus que du sulfure pur.

Dans le procédé de Clusel, l'eau est décom-

posée, et ses élémens forment de l'acide hydro-sulfurique et du protoxide d'antimoine avec les deux élémens du sulfure; l'acide hydrosulfurique s'empare d'une partie de la soude en éliminant l'acide carbonique du carbonate, et il se forme du bicarbonate. Quant au protoxide d'antimoine, il se combine avec une certaine quantité de sulfure non décomposé et d'eau, et constitue le kermès, qui se dissout à chaud à la fois dans l'hydrosulfate et dans le carbonate alcalin : la majeure partie s'en précipite par le refroidissement; l'eau-mère n'en retient que très peu, et quand on y verse un acide, il s'y fait un dépôt de sulfure ordinaire, parce que l'hydrogène sulfuré qui se dégage réduit l'oxide. Quand on laisse les eaux-mères exposées à l'air pendant quelque temps, l'hydrosulfate alcalin passe en partie à l'état sulfuré, et alors les acides en précipitent un mélange de proto et de deutosulfure, connu sous le nom de *soufre doré*.

M. Robiquet a observé que quand on décompose le kermès en vases clos, il s'en dégage une petite quantité d'ammoniaque. J'ai obtenu le même résultat, et j'ai remarqué de plus que le produit aqueux a ordinairement une odeur fétide de chou, que j'attribue à la présence de traces d'arsenic contenues dans le sulfure du commerce; car le kermès fait avec du sulfure très pur ne donne pas cette odeur. L'ammoniaque n'est pas toute formée dans le kermès; mais je pense qu'elle se produit, pendant la distillation, à la faveur de l'azote, que le kermès absorbe quand il reste exposé à l'air.

70. *Sur l'emploi de l'iodure d'antimoine pour la préparation de l'iodure de potassium*; par M. Sérullas. (J. de Pharm., 1828, p. 19.)

Pour préparer l'iodure d'antimoine, on verse 1 p. d'antimoine en poudre par petites portions, sur $2\frac{1}{2}$ p. d'iode contenues dans un petit ballon de verre, et l'on chauffe très légèrement. La combinaison a lieu avec une vive chaleur. L'iodure est volatil et se distille facilement : cristallisé en masse, il est rouge brun; réduit en poudre, il est d'un rouge approchant de la couleur du cinabre.

L'eau chaude décompose promptement cet iodure, de telle sorte que la liqueur contient de l'acide hydriodique pur, et que le résidu est de l'oxi-iodure. Ce dépôt, étant mis en ébullition avec du carbonate de potasse, se change en protoxide d'antimoine, qu'on peut employer à la préparation de l'émétique, et la dissolution, étant neutralisée avec la liqueur hydriodique, donne de l'iodure de potassium.

71. *BROMURES D'ARSENIC, D'ANTIMOINE ET DE BISMUTH*; par M. Sérullas. (An. de Ch., t. 38, p. 318.)

Pour préparer les bromures d'arsenic et d'antimoine, on introduit dans une petite cornue tubulée une quantité quelconque de brome, et l'on verse dessus, par la tubulure, de l'arsenic ou de l'antimoine pulvérisé par petites portions à la fois pour éviter la trop grande élévation de température. La combinaison du métal s'opère avec chaleur et lumière, tout comme lorsqu'on met le potassium en contact avec de l'eau. Lorsque la combinaison est complète, on chauffe suffisamment pour distiller le bromure, et l'on condense les vapeurs dans un flacon bien sec. Préparation.

Bromure
d'arsenic.

Le *bromure d'arsenic* est solide à $+20^{\circ}$; il se liquéfie de 20 à 25, et bout à 220° . Liquide, il est parfaitement transparent, très légèrement citrin; il cristallise par le refroidissement en longs prismes; il est déliquescent: l'eau le décompose en oxibromure insoluble et en acide hydrobromique retenant un peu d'arsenic. Je l'ai analysé 1^o. en le décomposant par l'hydrogène sulfuré et dosant le brome par le nitrate d'argent; 2^o. en le chauffant avec de l'eau régale jusqu'à ce que tout le brome soit volatilisé, et dosant l'acide arsénique par évaporation à sec, et j'ai trouvé, comme on devait s'y attendre, qu'il est composé de 1 at. d'arsenic et 3 at. de brome.

Bromure
d'antimoine.

Le bromure d'antimoine est solide à $+94^{\circ}$; il se liquéfie à ce terme et bout à 270° ; il est incolore et cristallise en aiguilles; il attire l'humidité de l'air. On le décompose en oxibromure insoluble et en acide hydrobromique pur, si l'eau est employée en quantité suffisante. Il est composé aussi de 1 at. de métal et 3 at. de brome.

Bromure
de bismuth.

On prépare le *bromure de bismuth* comme les précédens; mais il est nécessaire de chauffer le métal en poudre avec un excès de brome; il se produit des vapeurs jaunâtres qui paraissent être un bromure avec excès de brome, et il reste au fond de la cornue un autre bromure couleur gris d'acier, ayant l'aspect de l'iode. On l'obtient plus facilement encore en traitant par le brome un alliage de 0,75 de bismuth et 0,25 d'arsenic, et distillant pour séparer le bromure d'arsenic.

Le *bromure de bismuth* entre en fusion à environ 200° ; il bout à une chaleur voisine du rouge brun. Exposé à l'air, il en attire l'humidité et devient d'un beau jaune de soufre: c'est alors un hydrate de bromure. L'eau le décompose en oxibromure

bromure insoluble et en acide hydrobromique, si elle est employée en grande quantité.

Les *oxibromures*, *oxi-iodures* d'arsenic et d'antimoine et l'*oxichlorure* de ce dernier métal sont susceptibles d'abandonner entièrement, par des lavages à l'eau réitérés, le brome, l'iode et le chlore qu'ils contiennent. L'alcool produit le même effet sur l'oxibromure et l'oxi-iodure d'arsenic. Ces composés, quoique desséchés au point d'un commencement de décomposition, chauffés plus fortement dans un tube, donnent toujours de l'eau, de l'oxide, du bromure et de l'iodure. La couleur rouge de l'iodure d'arsenic permettant de le distinguer, le phénomène est plus marqué: on voit que sa production est d'autant plus grande, que celle de l'eau est elle-même plus considérable. Ces propriétés pourraient faire supposer que l'eau n'est pas, dans ces composés, à l'état d'hydrate, mais que ce sont des sous-hydrobromates, qui, par la chaleur de l'eau, produisent une quantité correspondante de bromure, iodure, etc.

Oxibromu-
res.
Oxi-iodures.
Oxichloru-
res.

72. *Note sur la précipitation de quelques SELS MERCURIELS par les métaux*; par M. Z. Soubeiran. (Journ. de Phar., 1828, p. 16.)

La plupart des métaux qui précipitent le mercure forment des amalgames avec lui au moment même de la précipitation. Le fer, n'ayant pas cette propriété, paraissait, à cause de cela, devoir être préféré à tous les autres pour analyser les sels mercuriels; mais j'ai reconnu par expérience que lorsqu'on opère dans une dissolution muriatique, fût-elle constamment maintenue dans un état très acide, le mercure qui se dépose est toujours mélangé d'un peu de charbon et d'une quantité très notable de mercure doux.

Quand on emploie le zinc, on obtient un alliage pur; mais il n'est pas possible de séparer complètement le zinc de cet alliage par l'action de l'acide muriatique ou sulfurique.

On analyse très exactement les sels de mercure en les décomposant par le protochlorure d'étain, comme M. Mitscherlich l'a fait le premier.

73. *De l'action du gaz HYDROGÈNE SULFURÉ sur les dissolutions de MERCURE*; par M. H. Rose. (An. de Pog., 1828, t. 5, p. 59.)

On sait que l'hydrogène sulfuré sans excès forme un précipité blanc dans les dissolutions de *chloride de mercure*; il en est de même dans les dissolutions de *bromide*, d'*iodide* et de *fluoride*. Ces précipités, dont la nature n'était pas connue, sont des composés, en proportions définies, de 1 at. de sulfure et de 1 at. de chlorure, de bromure, d'iodure ou de fluorure: un excès d'hydrogène sulfuré transforme ces composés en sulfure pur.

Le précipité obtenu dans le chlorure est laiteux et difficile à filtrer. Chauffé dans un tube de verre, il se décompose en chlorure et en sulfure, qui se subliment. Les acides sont sans action sur lui, excepté l'eau régale, qui finit par acidifier le soufre. La potasse et son carbonate le noircissent; il se forme du chlorure de potassium, et il reste un mélange d'oxide et de sulfure de mercure qui ne retient pas de chlore.

Les précipités de bromure et d'iodure ont des propriétés analogues.

Le précipité de fluorure est blanc, pesant et décomposé par l'eau bouillante en sulfure noir et en fluorure; l'acide sulfurique le décompose. Chauffé dans un tube de verre, il se transforme

en mercure coulant, en gaz fluosilicique et en sulfure de mercure.

La plus petite quantité d'hydrogène sulfuré précipite du sulfure noir dans le *cyanide de mercure*.

Les *oxisels de mercure* se comportent avec l'hydrogène sulfuré comme le *chloride*, etc. Les précipités, qui sont d'abord blancs, sont composés de sulfure de mercure et d'une partie du sel employé. Le précipité formé dans le nitrate de mercure est composé de 1 at. de sulfure et 2 at. de nitrate neutre et anhydre.

74. *Mémoire sur l'action des alcalis et de leurs carbonates sur l'IODURE DE MERCURE*; par M. Berthelot. (J. de Phar., 1828, p. 185.)

Les terres et leurs carbonates n'ont pas d'action sur l'iodure de mercure.

La potasse, la soude, la baryte et la strontiane décomposent l'iodure de mercure par l'intermédiaire de l'eau ou de l'alcool: il en résulte de l'oxide de mercure et du tri-iodohydrargirite, lequel, par le refroidissement des liqueurs, laisse déposer successivement de l'iodure de mercure en cristaux cubiques ou octaédriques, et du bi-iodohydrargirite alcalin.

La chaux et les carbonates alcalins décomposent aussi l'iodure de mercure en donnant des produits analogues, avec cette circonstance que la réaction ne s'exerce que par l'intermédiaire de l'alcool.

Les carbonates insolubles sont sans action sur l'iodure de mercure.

Le protoxide de mercure décompose l'iodure de potassium, en formant de la potasse, du mercure métallique, du proto-iodure de mercure et de l'iodohydrargirite de potassium.

Le deutocide de mercure décompose les iodures alcalins, en donnant naissance à un oxide alcalin et à du bi-iodohydrargirate d'alcali.

Le bi-iodohydrargirate de potassium cristallise en longues aiguilles prismatiques, d'un jaune verdâtre, inaltérables à l'air; il est soluble dans l'alcool et dans l'éther; l'eau et les acides en séparent de l'iodure de mercure. Il est composé de

Iodure de mercure. . . 0,2551—2 at.
Iodure de potassium. . . 0,7030—1 at.
Eau. 0,0419—

Les bi-iodohydroargirates de strontium et de calcium cristallisent; ceux de sodium et de baryum paraissent être incristallisables.

75. *Faits relatifs à l'histoire chimique de l'ARGENT*; par M. Fischer. (Arch. de Kastner, t. 9, p. 354.)

L'oxide d'argent est sensiblement soluble dans l'eau et à la réaction alcaline. Il décompose en partie les chlorures, les chromates, les phosphates et les arsénates, et il les décompose en totalité lorsqu'il a été préalablement dissous dans l'ammoniaque.

Tous les sels d'argent, ainsi que les autres combinaisons de ce métal, qui, par l'oxidation, passent à l'état de sel, excepté cependant le sulfure, le phosphore, le cyanure, le sulfocyanure et l'iodure, sont facilement solubles dans l'ammoniaque; par l'évaporation, ils s'en séparent à l'état cristallin sans retenir d'ammoniaque. Le chlorure, le nitrate et le sulfate font exception, et donnent des combinaisons doubles; mais ces combinaisons sont très faibles et se décomposent à l'air.

76. *Sur une combinaison du SEL MARIN AVEC LE CHLORURE D'ARGENT*. (Jahrb. der Chem., 1827, p. 371.)

Lorsqu'on traite le chlorure d'argent réduit en poudre par une solution bouillante de sel marin, il s'en dissout une certaine quantité, et l'on obtient un composé susceptible de cristalliser par refroidissement et complètement décomposable par l'eau.

Les chlorures de potassium, de calcium et d'autres chlorures peuvent aussi se combiner avec le chlorure d'argent.

77. *Pesanteur spécifique des ALLIAGES DE PLOMB ET D'ÉTAIN*; par M. Kupfer. (Arch. de Kastner, t. 8, p. 344.)

Il y a toujours dilatation dans l'acte de la combinaison du plomb et de l'étain. J'ai trouvé, pour différens alliages faits en proportions déterminées, les pesanteurs spécifiques suivantes :

Plomb..	1	3	2	5	3	7
Étain..	1	2	1	2	1	2
P. spéc.	8,8640	9,2653	9,5535	9,7701	9,9387	10,0734
Plomb.	4	2	1	2	1	
Étain..	1	3	2	5	3	
P. spéc.	10,1832	8,4973	8,2669	8,1094	7,9940	

78. *De l'action de la LITHARGE SUR LES SULFURES DE BISMUTH, D'ANTIMOINE ET D'ARSENIC*; par M. P. Berthier. (An. de ch., t. 39, p. 244.)

Sulfure de bismuth.

Le sulfure de bismuth peut se combiner avec la litharge; mais lorsqu'on emploie celle-ci en quantité suffisante, il est décomposé de telle manière que le soufre se dégage à l'état d'acide sulfureux, et que le bismuth tout entier forme un alliage avec le plomb qui provient de la litharge réduite. Avec les proportions suivantes,

Sulf. de bismuth. $\overset{1}{10^{\text{g}},9}$, 1 at.— $\overset{2}{10^{\text{g}},9}$, 1 at.— $\overset{3}{10^{\text{g}},9}$ 1 at.

Litharge . . . $27^{\text{g}},9$, 2 at.— $55^{\text{g}},8$, 4 at.— $111^{\text{g}},9$ 8 at.

on a eu, pour le premier mélange, un alliage blanc d'étain et une scorie compacte, d'un noir métalloïde, à grains cristallins;

Pour le second mélange, 27 gr. d'alliage et une scorie compacte, d'un gris foncé un peu métalloïde, opaque, à grains fins, cristallins et brillans;

Pour le troisième mélange, $35^{\text{g}},4$ d'alliage et une scorie semblable à de la litharge, mais d'un jaune un peu olivâtre, sans nuance de rouge. On a trouvé dans l'alliage, par l'analyse humide, environ 0,245 de bismuth. Ce résultat prouve que la presque totalité du sulfure a été décomposée dans l'opération; car la proportion *maximum* de bismuth qu'il pourrait introduire dans l'alliage est de 0,255. Néanmoins, si l'on veut être certain qu'il ne reste pas de trace de sulfure dans les scories, il convient d'employer environ 20 parties de litharge.

Au reste, quelque grande que soit la proportion de litharge, on n'obtient jamais plus de

3,3 d'alliage pour 1 de sulfure: il suit de là que cet alliage renferme tout le bismuth qui était combiné avec le soufre dans le sulfure, et par conséquent que ce métal, qui, à l'état de pureté, est facilement attaqué par l'oxide de plomb, est préservé de l'action de cet oxide par son alliage avec le plomb.

Le sulfure d'antimoine a une grande tendance à se combiner avec la litharge, et il faut, pour le désulfurer en totalité, le chauffer avec vingt-cinq fois au moins son poids de cet oxide.

En mêlant les deux substances dans les proportions suivantes:

	1	2	3	4	5
Sulf. d'antim.	10 gr., 1 at.—	10g.—	10g.—	10g.—	10g.—
Litharge..	38	3 at. 60	—100	—140	—250,

on obtient, avec les trois premiers mélanges, des culots de plomb ductile pesant 2 gr., 9 gr. et 26 gr., et des scories très fluides, compactes, d'un noir foncé un peu métalloïde. Ces scories ressemblent à l'abstrich ou litharge noire qui se produit, au commencement de la coupellation, dans la plupart des usines où l'on traite du plomb extrait de la galène, et elles sont absolument de même nature.

Le quatrième mélange donne une scorie compacte, transparente, du plus beau rouge hyacinthe, à cassure vitreuse, éclatante, et un culot de plomb pesant 50 gr.

Avec le dernier mélange, on a environ 57 gr. de plomb ductile, ce qui annonce que la désulfuration est complète, et que l'antimoine est tout entier dans la scorie à l'état de protoxide: cette scorie diffère peu de la litharge ordinaire.

Sulfure d'arsenic. Le sulfure d'arsenic (orpiment) forme, avec l'oxide de plomb, des combinaisons qui sont toutes extrêmement fusibles, et qui ne peuvent être complètement désulfurées que par un grand excès de litharge : il n'en faut pas moins de 50 à 60 parties.

J'ai mélangé l'orpiment avec la litharge en six proportions différentes, comme il suit :

	1	2	3	4	5	6
Orpiment.	5g,2, 1at.	5g,2, at.	5g,2, 1at.	5g,2, 1a.	5g,2, 1a.	5g,2, 1a.
Litharge.	27g,9,3at.	55g,8,6at.	102g,3,11at.	130g,2,14a.	167g,3,18a.	196g,2,1a.

J'ai eu, avec le premier mélange, un oxisulfure compacte, d'un noir un peu métalloïde, opaque, à cassure grenue et cristalline : il ne s'est pas du tout réduit de plomb, mais il s'est dégagé une fumée arsenicale abondante ;

Avec le second mélange, un oxisulfure semblable au précédent et 4 gr. de plomb ductile ;

Avec le troisième, 30 gr. de plomb et une scorie compacte, vitreuse, opaque, très éclatante et d'un beau noir ;

Avec le quatrième, 36 gr. de plomb et une scorie compacte, vitreuse, d'un noir brun, transparente dans les éclats minces, et paraissant alors d'un beau rouge hyacinthe ;

Avec le cinquième, 45 gr. de plomb et une scorie vitreuse, transparente et d'un beau rouge hyacinthe ;

Enfin, avec le dernier mélange, j'ai eu 47 gr. de plomb et une scorie vitreuse, transparente, d'un rouge hyacinthe pâle, et qui contenait encore du sulfure d'arsenic.

Avec 60 parties de litharge, la scorie est cristalline et jaune olivâtre, comme le protoxide de

plomb fondu, et elle ne contient pas de sulfure.

Le plomb qui est résulté de ces diverses réactions était ductile, et ne renfermait pas d'arsenic en combinaison ; mais il était d'un gris très sombre, parce qu'il était imbibé d'oxisulfure, tout comme il aurait été imbibé de litharge, s'il eût été fondu au milieu de cette substance.

L'absence de l'arsenic dans le plomb, qui résulte de la réaction du sulfure d'arsenic sur la litharge, prouve que les deux élémens du sulfure sont oxidés simultanément par cet oxide.

M. Fournet a fait voir que les *abstrichs* que l'on obtient dans les usines de Katzenthal (département du Bas-Rhin) sont des composés d'oxide de plomb et de sulfure d'arsenic, et qu'elles ne contiennent pas de sulfure d'antimoine comme les *abstrichs* qui proviennent du traitement de la galène.

79. *Sur le SULFATE DE PLOMB*; par M. Bischof. (Jahrb. der Chem., 1827, p. 228.)

Pour dissoudre 1 p. de sulfate de plomb à 10° R., il faut 172 p. d'acide nitrique de 1,144; 969 p. d'une solution aqueuse de nitrate d'ammoniaque, d'une p. spq. de 129, et 47 p. d'une solution d'acétate d'ammoniaque d'une p. spq. de 1,036.

L'acide sulfurique en excès précipite la totalité du sulfate de plomb de ses solutions ; les sulfates de potasse et de soude ne le précipitent pas aussi complètement.

80. *Sur le BROMURE D'OR*; par M. Lampadius. (Jahrb. der Chem. 7, p. 377.)

L'or se dissout dans le brome. Le bromure

sec contient moitié de son poids d'or. Il est d'un gris noirâtre, sans éclat métallique; il se dissout facilement dans l'eau, qu'il colore en rouge très foncé: la dissolution fournit des cristaux d'hydrobromure de même couleur.

81. *Faits relatifs à l'histoire du PALLADIUM*; par M. Fischer. (Jahrb. der Chem., 1827, p. 192.)

L'acide nitrique, comme on sait, dissout le palladium à la température ordinaire, sans qu'il y ait dégagement de gaz, et cette circonstance est unique parmi les corps oxidables par cet acide. La quantité d'acide qu'il faut employer est grande par rapport à celle du métal, malgré la solubilité de celui-ci. L'acide sulfurique, qui est sans action sur le palladium à la température ordinaire, le dissout au moyen de l'ébullition, avec dégagement d'acide sulfureux, et forme une dissolution rouge jaunâtre; si la dissolution est saturée, elle fournit, par le refroidissement, un précipité rouge pulvérulent de sulfate neutre, qui se dissout assez facilement dans l'eau avec une couleur jaune, et elle dépose en même temps sur le palladium non dissous une autre poudre plus foncée, qui est du sulfate basique; celui-ci se dissout difficilement et imparfaitement dans l'eau. L'acide phosphorique n'agit à aucune température sur le palladium; cependant, par le refroidissement, on remarque à la surface du liquide une couche mince d'oxide libre, qui, sans doute, s'est formée aux dépens de l'acide sans se combiner avec lui. La dissolution du palladium dans l'eau régale est plutôt d'un brun jaunâtre que d'un brun rougeâtre, quand elle ne contient pas beaucoup d'acide libre; elle a

un goût astringent et non métallique, se combine en toute proportion avec l'eau, tant qu'elle renferme de l'acide libre, et forme une solution claire; à l'état neutre, ou seulement avec une petite quantité d'acide libre, la solution est trouble ou ne tarde pas à le devenir, et dépose une poudre brune (sel basique): en sorte qu'au bout de quelque temps le liquide ne contient plus que quelques traces de palladium.

L'alcool décompose les dissolutions de palladium plus ou moins promptement en sels acides ou basiques, selon qu'elles sont neutres ou qu'elles contiennent de l'acide libre; les sels acides forment une solution brune claire; les autres se précipitent sous forme de poudre noire.

Les alcalis forment avec les dissolutions de palladium un précipité brun gélatineux; ajoutés en excès, ils redissolvent ce précipité avec la même couleur brune. Les terres alcalines et les sous-carbonates alcalins agissent de la même manière. Le précipité formé par l'ammoniaque se redissout dans un excès de cet alcali avec une couleur bleue ou bleue-verdâtre; mais cette coloration, qu'indiquent aussi MM. Vauquelin et Berzelius, ne provient que du cuivre contenu dans le palladium: si celui-ci est pur, sa dissolution dans l'ammoniaque est toujours incolore. Les oxalates forment avec les dissolutions de palladium un précipité jaune fibreux d'oxalate de palladium. L'acide oxalique agit d'une manière analogue, mais en outre il produit une réduction. L'ammoniaque dissout l'oxide de palladium et tous les sels qui en sont formés. Il est à remarquer que le précipité formé par le moyen de l'hydrocyanate de potasse et de fer ne conserve sa couleur jaune-

brunâtre que quand le palladium est entièrement privé de fer; la présence de la moindre quantité de ce métal communique au liquide une belle couleur verte, au bout de quelque temps.

Le précipité brun que produisent l'hydrochlorate d'étain et l'étain métallique, avec les dissolutions de palladium, se dissout dans l'acide hydrochlorique à la température ordinaire et avec une couleur bleue-verdâtre; si on chauffe le mélange, il y a décomposition, l'étain seul reste dissous, et le palladium se précipite sous forme d'une poudre noire. Quand, au lieu d'une simple dissolution de palladium, on se sert d'une dissolution de palladium et de rhodium, le précipité formé par le sel d'étain est, à la vérité, soluble dans l'acide hydrochlorique; mais la dissolution a une couleur brune, et elle ne se décompose pas à une haute température.

Le protonitrate de mercure précipite le palladium en brun, et la couleur du précipité devient toujours de plus en plus foncée.

Les dissolutions de palladium sont réductibles par tous les métaux qui réduisent l'argent, et de plus par les sels de fer oxidulé et par le phosphore. Dans la réduction, le palladium paraît former beaucoup d'alliages avec les métaux qui le réduisent; une chose qui surtout est remarquable, c'est la belle phosphorescence que l'on observe pendant que le palladium se combine avec les métaux facilement fusibles, tels que l'étain, le plomb, l'arsenic, l'antimoine et le zinc; ce phénomène n'a pas lieu avec les métaux moins fusibles, tels que l'or, l'argent, le cuivre. Ces derniers alliages sont malléables, les autres sont cassans.

Outre les deux sels doubles connus, que l'ammo-

niacque forme avec l'hydrochlorate de palladium, j'en ai observé un troisième. Il y a donc: 1°. le *sel basique*, sous forme d'aiguilles d'un beau rose; 2°. le *sel neutre*, jaune-verdâtre, insoluble dans l'alcool *anhydre*; par l'addition d'un peu d'ammoniacque, il se décompose et devient basique; 3°. quant à la 3^e. combinaison, on l'obtient très facilement en mêlant la dissolution d'hydrochlorate de palladium avec autant d'ammoniacque qu'il en faut pour dissoudre entièrement le précipité formé d'abord. Par l'évaporation ou, mieux encore, par la précipitation au moyen de l'acide hydrochlorique, on obtient une poudre jaune cristalline, d'une apparence fibreuse, qui, comme le sel basique, est insoluble dans l'eau, et ne se dissout facilement dans les acides hydrochlorique et nitrique qu'à l'aide de la chaleur, mais qui est bien soluble dans l'ammoniacque froide.

Il y a deux nitrates doubles de palladium et d'ammoniacque: 1°. un *nitrate neutre*, que l'on prépare en ajoutant au nitrate de palladium autant d'ammoniacque qu'il en faut pour redissoudre, au moyen de la chaleur, le précipité formé au commencement. La dissolution est soumise à l'évaporation jusqu'à ce que le sel cristallise; celui-ci est alors mélangé de plus ou moins de nitrate d'ammoniacque; mais comme le sel double est inaltérable à l'air et en même temps moins soluble, on peut facilement l'isoler. Le nitrate double de palladium et d'ammoniacque est parfaitement transparent, incolore, brillant, cristallisable en longs prismes quadrilatères ou en lamelles, facilement soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool. Il est très soluble dans l'ammoniacque, et s'il est pur la dissolution est inco-

lore; il est décomposable par les acides nitrique et hydrochlorique; le premier colore la dissolution en jaune sans la troubler; l'acide hydrochlorique, au contraire, détermine bientôt un précipité, qui est le double sel jaune décrit n°. 3. Chauffé, ce sel fond, et détonne faiblement avec développement de lumière.

2°. Le *nitrate basique de palladium et d'ammoniaque* se prépare en évaporant jusqu'à siccité le nitrate de palladium et en le chauffant avec un excès d'ammoniaque. La dissolution contient alors le double nitrate neutre dont il vient d'être parlé, tandis que le nitrate basique dont il s'agit maintenant reste indissous. Celui-ci est sous forme d'une poudre brune foncée, d'un éclat métallique; il se distingue de tous les autres sels doubles de ce genre par son insolubilité dans l'eau et dans l'ammoniaque, même avec après ébullition soutenue. Il n'est soluble dans l'acide nitrique qu'au moyen d'une élévation de température; il l'est plus facilement dans l'acide hydrochlorique, et c'est de cette dissolution qu'on peut faire cristalliser, par une évaporation ménagée, le double hydrochlorate neutre.

Pour priver les sels doubles de palladium et d'ammoniaque du cuivre qu'ils peuvent contenir, il faut les laver à l'eau, qui entraîne la dissolution du cuivre, et d'autant mieux que le sel double est plus insoluble dans l'eau.

NOTE sur un procédé particulier d'affinage, suivi dans le sud de la principauté de Galles;

Par MM. PERDONNET, ancien Élève de l'École polytechnique et de l'École des Mines;

Et LÉON COSTE, Élève Ingénieur des Mines.

On suit, dans quelques usines du sud du pays de Galles, un procédé d'affinage presque complètement différent du procédé ordinaire, et dans lequel on consomme du coke et du charbon de bois. Le fer fabriqué de cette manière est fort estimé dans le commerce, et il est principalement employé à faire de la tôle pour le fer-blanc. M. Karsten a indiqué un procédé à peu près semblable dans une note à un mémoire de M. Samuel Parkes sur la fabrication du fer-blanc; mais il n'entre dans aucun détail et ne distingue que deux opérations. Nous avons pensé qu'une note sur ce procédé, quoique très incomplète, présenterait quelque intérêt dans un moment où l'on est à la recherche de tous les moyens qui peuvent apporter de l'économie dans la consommation du combustible végétal.

On peut distinguer trois opérations différentes, savoir : 1°. le *finage* ou *mazéage*; 2°. l'*affinage au charbon de bois*; 3°. le *rechauffage* et le *forgeage des barres*.

Le *finage* ne diffère pas sensiblement de celui qui est décrit dans le mémoire de MM. de Beaumont et Dufrénoy. (*An. des Mines*, t. II, p. 178.) Le foyer est seulement beaucoup plus petit et il n'a qu'une seule tuyère, placée à 9 pouces au dessus du fond du creuset. Le travail est absolument le même que celui des fineries ordinaires, si ce

n'est que l'on fait varier l'inclinaison de la tuyère; celle-ci est horizontale en commençant l'opération, et on l'incline peu à peu à mesure qu'on arrive à la fin. On charge, dans chaque opération, une quantité de fonte pouvant donner 3 q^x. de fine-métal; l'opération dure environ 1 $\frac{1}{4}$ heure. Nous ne connaissons pas la consommation de coke.

L'affinage au charbon de bois suit immédiatement le finage, et le foyer de finerie doit être placé derrière la forge, de manière que le fine-métal coule du premier foyer dans le second. La forge ou foyer d'affinage au charbon de bois ressemble beaucoup aux affineries ordinairement employées dans les usines de France. Il n'a qu'une seule tuyère horizontale placée à 7 pouces au dessus du fond du creuset. La largeur du creuset est d'environ 1 pied 8 pouces, et la longueur d'un pied 10 pouces. Ces foyers sont ordinairement surmontés d'une grande cheminée en brique, de 30 pieds de hauteur, soutenue par des piliers de fonte. On ne voit pas l'utilité de cheminées si hautes.

Lorsqu'un affinage est terminé, on arrête le vent, on nettoie le creuset, et on rejette une partie du charbon et des scories du côté de la tuyère, de manière à faire un creux du côté opposé, pour recevoir le fine-métal coulant de la finerie. Lorsque le métal est rassemblé dans le creuset, on l'arrose d'un peu d'eau, et on en détache encore quelques scories; puis on le recouvre de charbons rouges provenant de l'opération précédente. On donne le vent peu à peu, mais de manière à ne plus l'augmenter au bout de cinq minutes. L'affineur brasse souvent la masse pendant toute la durée de l'opération; il la soulève et la rapproche de la tuyère; il finit par former plusieurs

morceaux de métal, que l'on forge séparément.

Ce n'est qu'au bout de $\frac{3}{4}$ d'heure que l'opération du forgeage commence. Les morceaux de métal ne pèsent que 10 à 12 livres; on les forge en petites plaques d'environ $\frac{1}{2}$ pouce d'épaisseur. Quelquefois, les morceaux sont plus pesans; on les coupe alors au moyen d'une barre de fer, que l'on place sur les plaques forgées, et sur laquelle on fait tomber le marteau. Ces plaques, après le forgeage, sont immédiatement plongées dans l'eau et partagées encore en deux ou trois morceaux.

Le marteau est à drôme, semblable à ceux que l'on emploie ordinairement dans les affineries de France. Son poids est de 700 livres: la panne est assez étroite; il donne cent dix coups par minute.

Pour fabriquer 2,240 livres de plaques, on emploie 2,632 livres (mesures anglaises) de fonte, et on consomme six sacs $\frac{1}{2}$ ou 32 pieds cubes et $\frac{1}{2}$ de charbon de bois (hêtre, chêne, bouleau). Ce travail a donc été très perfectionné, puisque l'on consommait autrefois onze sacs de charbon. Dans une autre usine, on nous a dit que l'on consommait huit sacs. Le sac contient quatre paniers ou *buchels*, et le buchel est de 2,150 pouces cubes.

Deux fineries et deux forges consomment environ 800 pieds cubes d'air par minute: elles emploient seulement trois ouvriers à la fois, travaillant douze heures de suite. Elles donnent par semaine quatorze tonnes de plaques de fer.

Le fer en plaques est loin d'être complètement affiné; il est cassant, et sa cassure tient le milieu entre celle du fer et celle de la fonte; elle présente des facettes assez grandes.

Ces plaques sont réchauffées dans un fourneau particulier, que l'on nomme *hollow-fire* (feu

creux). Les figures 1, 2, 3, Pl. III, donnent une idée de ce fourneau et à peu près ses dimensions. Il est à deux compartimens A et B. Le premier A a deux portes par lesquelles on passe les barres à forger; c'est le seul dans lequel on fasse du feu; il reçoit du vent par une seule tuyère horizontale placée sur le côté. Ce compartiment a environ 2 pieds de largeur, 20 pouces de profondeur et 3 pieds de hauteur. Le compartiment B est chauffé par une portion de la flamme de A passant par les deux portes latérales C; c'est dans B que l'on place d'abord les barres, elles commencent à s'y échauffer. Les portes C ont 6 pouces carrés chacune.

L'opération consiste à remplir A de coke jusqu'à la hauteur des portes, le feu s'allume peu à peu; lorsque le coke est complètement embrasé, on place trois ou quatre morceaux de plaques sur deux barres, que l'on dispose dans le fourneau comme le montre la figure. On porte ainsi le métal au blanc; il commence à se souder, et on le forge sous un marteau de fonte très lourd et donnant cent coups par minute. On remarquera que le métal est chauffé et soudé sans être en contact immédiat avec le combustible.

On forme ainsi des barres de 4 pouces de largeur et de 2 pouces d'épaisseur, on les coupe en morceaux de 3 pieds de longueur.

En résumé, on trouve que 138 kilogrammes de fonte donnent 116,65 de fer en plaques et 100 de fer en barres. On consomme 0,1052 mètre cube de charbon de bois. Nous ne connaissons pas la consommation de coke.

Le fer ainsi obtenu est fort estimé; il vaut 14 livres la tonne lorsque le fer ordinaire vaut $7\frac{1}{2}$ à 8 livres, et le fer de Suède 21 livres.

Notice sur le puddlage à la tourbe;

Par M. P.-F.-G. ALEX OBERHUTTENMEISTER à
Lauchhammer, près Dresde.

Déjà, en 1826, M. Berthier a rendu compte, dans les *Annales*, de mes essais relatifs au puddlage à la tourbe. Je me fais un devoir de faire connaître ici la continuation de mes travaux à ce sujet.

Je me propose de publier, dans quelque temps, un ouvrage sur le puddlage en général. L'expérience m'a guidé dans la construction du fourneau: elle était basée sur les essais que j'avais faits en petit; savoir, qu'une livre de houille et $2\frac{1}{2}$ livres de tourbe séchée à l'air, et exposée pendant huit jours à 40°, produisent le même effet. Dans cet état, le volume de la tourbe est à celui de la houille :: 8 : 1. Le problème à résoudre était donc de construire un fourneau qui consommât dans le même temps huit fois plus de tourbe que de houille en volume; et comme dans cette localité 8 p.^{c.} de tourbe coûtent moins qu'un pied cube de houille, cette considération d'économie m'a engagé à poursuivre les essais.

De plus, mes essais en petit m'ont convaincu, que la flamme de la tourbe est plus longue que celle de la houille, j'en ai conclu que je devais construire le fourneau plus étroit et plus long que pour le puddlage ordinaire. Il me semble que, dans l'usage de la houille, les gaz inflammables se produisent sur la grille en même temps que les matières volatiles s'en dégagent; au lieu que l'eau de la tourbe (et celle qui est la mieux séchée à l'air en contient toujours) n'est décomposée que dans son passage de la chauffe à travers le fourneau, et il se forme de l'*hydrogène*

carboné (?), pourvu que le tirage soit bon. Cette dernière circonstance m'a engagé à construire, pour l'emploi de la tourbe, les cheminées plus hautes que pour l'emploi de la houille, et m'a obligé de construire la chauffe plus large et le pont plus élevé.

Fourneau.

Les figures 4 et 5, Pl. III, donnent deux coupes du fourneau que j'ai construit, et dont voici les dimensions principales en pieds de Dresde (1).

Hauteur de la cheminée, 48 pieds : elle porte à sa partie supérieure un registre.

Largeur intérieure de la cheminée, 18 pouces.

Dimensions de la chauffe :

Largeur, 3 pieds

Longueur, 3 pieds 9 pouces } en tout 11,25 p.c.

Le fourneau au pont (*d*) a 3' de large ; la voûte a 9" d'élévation à sa naissance sur la paroi latérale du fourneau et 1' au centre, ce qui donne pour surface de la section du fourneau par un plan passant par le pont et parallèle à celui-ci 2,60 p.c.'. Ainsi, le rapport entre la chauffe et l'espace, entre le pont et la voûte = 2,60 : 11,25, à peu près = 1 : 4 $\frac{1}{4}$.

Longueur de la sole = 6' 6".

La plus grande largeur = 3'.

La section du rampant est de 1' de large sur 6" de haut, ce qui donne $\frac{1}{2}$ p.c.' de surface. La surface de la section en *g* est à la surface de la section en *d* comme 1 : 5 $\frac{1}{4}$.

La surface de la grille est à celle de la sole comme 11 : 14 ; tandis que le rapport entre ces deux surfaces, dans l'emploi de la houille, est de 8 ou 9 à 14. Hauteur de la sole à la voûte suivant

(1) 144 pieds de Dresde = 125 pieds français.

ab = 2'. Le dessin donne les autres dimensions.

Les parois extérieures du fourneau sont en maçonnerie, ce qui est beaucoup plus économique que des plaques de fonte : il est lié dans la longueur et la largeur par des barres en fonte (*m*). La sole (*c*) repose sur des plaques de fonte ; la sole elle-même est en scories. On forme la sole en la fondant de la même manière qu'en Shropshire, et on se sert, pour le travail, des mêmes outils que dans les fourneaux à puddler à la houille. Le travail du puddlage est le même (voyez Dufresnoy, p. 499). Ici, on n'ajoute point de matières étrangères, par exemple de l'eau et de la chaux, comme en Angleterre. J'ai eu, pour agir ainsi, des raisons que je développerai dans le traité dont j'ai parlé. Cependant, à chaque charge du fourneau, j'en fais ajouter des scories riches et des battitures ; car, puisque l'oxidation des métaux terreux nécessite de l'oxide de fer pour former des silicates ou des scories, celui-ci sera fourni aux dépens des matières ajoutées et non aux dépens de la fonte.

Résumé. En résumé, l'opération du puddlage dure deux heures pour 250 livres de fonte ; on ajoute à chaque charge des battitures de fer provenant de la mise en barres des loupes. La perte au fourneau à puddler ne s'élève pas au delà de 6 à 8 pour cent. La consommation en tourbe est de 26 pieds cubes de Paris pour 100 kil. de fer en barres.

Comme nous n'avons pas encore un grand laminier, nous chauffons les lopins dans un fourneau d'affinage au charbon de bois : on forge à l'aide d'un marteau ordinaire. La perte est de 25 à 28 pour cent. Il faut 20 pieds cubes français

de charbon de bois pour 100 kilog. de fer forgé.

D'après l'ancienne méthode (affinage allemand), il faut pour 100 kil. de fer forgé 140 kil. de fonte grise et 42 p. c. français de charbon de bois, et on fait par semaine 17 quintaux métriques. D'après le procédé, ou l'on affine la fonte avec la tourbe au four à puddler, ou l'on chauffe les lopins à part dans un foyer avec le charbon de bois; il faut, pour 100 kil. de fer forgé, de 145 à 156 kil. de fonte grise, 34 p. c. (français) de tourbe (parce que 100 k. de fer en barres ne donnent que 72 k. de fer forgé), et 20 p. c. (franç.) de charbon de bois.

Nous fabriquons par semaine 57 quintaux métriques. Comme les 34 p. c. de tourbe ne coûtent pas ici autant que les 22 p. c. de charbon, et comme le plus grand déchet en fer est couvert par l'économie de combustible, il me semble que ceci est intéressant pour ceux qui ont de faibles capitaux d'exploitation. Pour le travail de puddlage, on fera bien d'employer, comme moi, des affineurs ordinaires, et de former des ouvriers pour ce but. Ainsi, on peut épargner les grands frais nécessaires pour en faire venir d'Angleterre.

Dans mon Traité, j'indiquerai comment on peut combiner, dans les usines à deux feux et à deux marteaux, le puddlage et le travail des lopins avec du charbon menu et mauvais, et j'indiquerai les moyens de sécher économiquement la tourbe.

Sur l'exploitation et le traitement de la pyrite aurifère du Val Anzasca en Piémont;

Par M. DE VILLENEUVE, Aspirant au Corps royal des Mines.

Sur toute la longueur du val Anzasca, depuis Chamnaga jusqu'à Pié di Mulera, la pyrite aurifère est très répandue; à Venzone, elle est associée à la blende et à la galène. Elle se trouve souvent en veines. Sa richesse est très variable; elle donne, dans le traitement qu'on lui fait subir, depuis 85 f. jusqu'à moins de 2 fr. par quintal. En calculant d'après ces données les limites extrêmes des quantités d'or contenues, j'ai trouvé que la pyrite renfermait depuis 0,000494 jusqu'à 0,000010 d'or.

L'exploitation de ces minerais remonte à une haute antiquité, déjà les Romains en avaient tiré parti. Depuis ces temps reculés, les pyrites ont été l'objet d'un travail plus ou moins actif. Maintenant, on trouve des usines d'amalgamation en très grand nombre sur les divers torrens qui sillonnent le pays. Ces usines consistent ordinairement en de petits bâtimens de bois, qui, appuyés et comme suspendus sur des rochers qui bordent les torrens, entourés d'eaux qui s'élancent en cascades bruyantes, forment, par leur hardiesse, un contraste agréable à l'imagination avec les grands objets qui les environnent. Ordinairement, un pareil bâtiment renferme quatre moulins d'amalgamation; je ne crois pas exagérer en portant à deux cents le nombre des moulins qui existent dans la vallée.

Les principaux exploitans sont M. Lenti, M. Choro, négociant de Venise, et M. Albazzini, qui possé-

Exploitation. On poursuit le gîte par diverses galeries poussées dans la même direction, et qui sont quelquefois assez bien exécutées pour que les parties extraites puissent être amenées au jour dans des chiens. La dureté du minéral est en général moindre que celle de la roche, qui est souvent, à Macugnaga, du gneiss porphyroïde. La dureté des matières est si variable que lorsque le travail se fait à la tâche, on donne depuis 30 francs jusqu'à 200 francs de la toise d'avancement.

Les minerais sortis de la mine subissent un cassage et un triage, ils sont ensuite portés aux moulins. Le trajet de la mine au moulin est presque toujours très difficile, ce sont des chemins étroits et pierreux, pratiqués en corniche dans des escarpemens. A Venzone, le transport s'effectue dans des hottes portées par des femmes, qui sont fortes et laborieuses dans ces contrées.

Les eaux ne sont pas à craindre dans ces mines et les boisages y sont inutiles.

Pendant l'hiver, les transports à travers la neige deviennent très difficiles, et on ne fait guère que des travaux préparatoires dans l'intérieur des galeries.

Jé pense que l'exploitation par le feu pourrait présenter quelque avantage dans une vallée où le bois est à si bas prix; il offrirait en outre un minéral grillé, dont le traitement ultérieur serait plus facile.

**Traitement
des pyrites:**

J'ai déjà parlé des petits bâtimens dans lesquels se trouvent les moulins d'amalgamation. Un de ces bâtimens renferme ordinairement un moulin à deux meules pour triturer le minéral, et quatre petits moulins d'amalgamation.

Les deux meules de trituration sont horizontales, la meule supérieure est mue par une roue

à palettes horizontales; dans des pays où l'eau est assez abondante, les palettes peuvent être mal construites sans inconvénient, l'essentiel est d'avoir une construction qui ait peu coûté en main-d'œuvre; les palettes sont ici perpendiculaires à la circonférence de la roue qui les porte et ont peu d'étendue.

Dans ce moulin, le minéral est réduit en morceaux de la grosseur d'un petit pois.

Le minéral ainsi broyé est introduit dans un moulin d'amalgamation; chacun de ces nouveaux moulins est mu par une roue horizontale du diamètre de 3 pieds environ, portant des palettes qui sont un peu plus larges que la roue, et dont la largeur totale est de 4 pouces; leur saillie, suivant le rayon de la roue, est aussi à peu près de 4 pouces. Voyez, *fig. 6*, Pl. III, la roue A B.

Cette roue à palettes communique son mouvement à un axe en fer *cd*, qui traverse un tuyau en bois percé *ee*. Ce tuyau est fixé solidement dans une pierre immobile *gg*; l'axe en fer se prolonge hors du tuyau de bois et se termine par un tenon aplati en forme de rectangle. Une seconde meule *vv*, faite en gneiss porphyroïde, est taillée en forme d'un segment de tore; elle s'emboîte dans la meule *gg*; elle porte deux tiges T T, qui, fixées solidement dans la meule, se terminent à la partie supérieure par un tenon aplati: de sorte que les trois tenons dont j'ai parlé sont dans le même plan; lorsqu'on veut faire marcher le moulin d'amalgamation, on met la barre de fer LL, qui est large, mais peu épaisse, et offre trois entailles rectangulaires propres à recevoir les trois tenons. Alors le mouvement de la roue à palettes se communique à la meule *vv*; on arrête la rotation lors-

qu'on détruit la communication établie par L. L.

Le diamètre des meules n'est guère que de 2 p.; elles sont entourées d'une cuve en bois; la hauteur totale de l'appareil est de 4 p.

L'établissement d'un moulin d'amalgamation coûte 100 fr.; les quatre moulins que renferme un bâtiment valent donc 400 fr.; si l'on y joint les frais d'établissement du moulin de trituration, de la prise d'eau et la construction du bâtiment total, on ne forme qu'un capital de 1000 fr.

Amalgamation.

On introduit dans le moulin d'amalgamation une petite quantité de minéral trituré, il y subit un nouveau broiement; l'eau, sans cesse agitée par les tiges TT, qui traversent le bain, tient en suspension le *mai* broyé, de sorte que les plus gros morceaux sont toujours dans le voisinage des meules; le mouvement est d'ailleurs assez peu rapide; les premières parties étant bien triturées, on en ajoute de nouvelles jusqu'à ce que le moulin renferme 60 liv. de matière. On y introduit alors 8 onces de mercure avec une petite mesure; lorsque l'amalgamation est arrivée à son terme, ce dont les ouvriers doivent juger, on enlève les matières après avoir arrêté la marche du moulin. Il est essentiel de ne pas faire agir le mercure trop long-temps, sinon on fait une perte plus grande de ce métal; peut-être une partie passe-t-elle à l'état de sulfure. Le traitement total des 60 liv. dure ordinairement vingt-quatre heures; on fait écouler les boues; on lave le résidu mercuriel, on le passe et on obtient un petit bouton, qui est d'un jaune pâle, c'est l'amalgame d'or.

Lorsqu'on a obtenu une quantité suffisante de ces petits boutons, ordinairement de manière à en retirer une quantité d'or de la valeur de 5,000 fr., on fait une distillation dans une cornue

de fer dont j'ai tracé l'esquisse, *fig. 7*. Le ventre de cette cornue est entouré de feu; le mercure volatilisé se condense dans un baquet plein d'eau, dans lequel plonge le bec de la cornue. Cette opération est ordinairement exécutée par le propriétaire de la mine.

Chaque usine occupe constamment deux ouvriers.

La perte totale en mercure est le $\frac{1}{4}$ de celui employé, c'est à dire de 2 onces pour chaque petit moulin d'amalgamation. Le prix de cette quantité de mercure est à peu près de 10 centimes. J'ai déjà dit que la teneur en or des divers minerais varie beaucoup; lorsqu'on arrive à une partie riche, les bénéfices d'un propriétaire s'élèvent quelquefois à 30,000 fr., tandis que les mauvaises années donnent lieu à des pertes.

Un avantage très notable de la méthode que je viens d'exposer est d'exiger une mise de fonds très faible et de permettre de ne traiter que peu de pyrite à la fois. Lorsqu'on s'aperçoit, par le produit d'un moulin d'amalgamation, qu'il n'y a plus d'avantage à poursuivre la partie de la veine ou filon que l'on attaquait, on l'abandonne sans avoir fait sur cette veine l'extraction considérable à laquelle exposerait un traitement en grand. On a tenté plusieurs fois de faire des amalgamations dans des tonnes, en opérant sur de grandes quantités, tous ceux qui ont fait ces essais s'en sont mal trouvés. Je ne crois pas néanmoins la chose impossible; seulement, à mesure que l'on extrait, il faudrait essayer sans cesse dans un petit moulin la matière extraite; on pousserait les recherches d'un autre côté dès que l'on verrait que les pyrites s'appauvrissent trop. Je crois qu'il serait très avantageux qu'il y

Avantage de la méthode actuelle.

Projet d'une usine centrale.

eût une usine centrale, dans laquelle on traiterait ainsi plus en grand tous les produits reconnus bons des autres mines. Il faudrait pour cela ouvrir un chemin, praticable aux voitures, depuis Venzone jusqu'à Macugnaga, sur la longueur d'environ trois lieues; une pareille route ne serait pas bien difficile à faire d'après l'examen des lieux, que j'ai fait moi-même.

Traitement
des pyrites
aurifères
ordinaires.

J'ai parlé de l'exploitation par le feu; elle offrirait l'avantage de donner un minéral déjà grillé, plus facile à moudre et à amalgamer, sur lequel on pourrait même tenter, en rendant le grillage plus complet, d'appliquer la méthode des lavages indiqués dans le travail de M. Bousingault. (*Annales des Mines*, 1827.)

Des pyrites
avec blende
et galène.

Pour ce qui est des pyrites aurifères mêlées de blende et de galène, on pourrait en séparer la blende et la galène par la méthode indiquée par M. Bouesnel, laquelle consiste en un grillage faible, suivi d'un lavage pour séparer les pyrites. On aurait alors à faire l'extraction de l'or, de l'argent, du plomb et du zinc dans les parties plus denses, et on chercherait l'or qui pourrait encore se trouver dans les boques dues aux pyrites décomposées.

ANALYSE d'une substance associée à l'amphibole dans les carrières de St.-Yrieix;

Par M. LE PLAY, Élève-Ingénieur des Mines.

Cette substance se présente sous deux aspects bien distincts: 1^o. en masses cristallines; 2^o. en masses terreuses. On ne peut mieux décrire la partie cristalline qu'en la comparant à certaines variétés de trémolite. La masse est éminemment cristalline, et formée par l'accolement irrégulier de prismes obliques, dont l'angle est plus grand que celui de l'amphibole; le clivage parallèle à la base est peu distinct. Le minéral est d'ailleurs très fragile, se réduit facilement en poudre très fine et très douce au toucher. Sa pesanteur spéc. est 2,87. La partie terreuse est d'un blanc jaunâtre, souillé çà et là de taches ferrugineuses; elle est très douce au toucher et plus légère que la précédente.

Partie terreuse. Cette analyse a été faite par le carbonate de soude au creuset d'argent. Elle a donné: Description:

Silice	0,5816	}	1,000.
Magnésie	0,2648		
Peroxide de fer	0,0760		
Alumine	0,040		
Chaux	0,0064		
Eau	0,0040		
Alcali et perte	0,0632		

Partie cristalline. Cette seconde analyse a été faite, au moyen du carbonate de plomb, par la méthode de M. Berthier. Analyse.

L'alcali a été dosé successivement à l'état de sulfate et de muriate, et ces deux dosages se sont accordés à prouver que cet alcali était de la potasse. On s'est assuré d'ailleurs directement que le muriate alcalin ne contenait ni soude ni lithine.

Les résultats de cette analyse ont été

AMPHIBOLE D'YRIEIX.

		Oxig.	
Silice.	0,5850	. . .	146
Magnésie.	0,3312	. . .	64
Potasse.	0,0574	} 0,9960	. . . 3,9
Chaux.	0,0120		. . . 1,7
Oxide de fer	0,0104	. . .	1,1
Alumine.	trace.		

L'ensemble des caractères extérieurs de cette substance la rapproche beaucoup de la famille des talcs stéatites, auxquels elle ressemble par le peu de cohésion, par la douceur au toucher, par la pesanteur spécifique : toutefois, elle en diffère sensiblement par l'aspect. Il y aussi beaucoup d'analogie dans la composition chimique, puisque, de même que cette substance, les talcs sont principalement composés de silicate magnésien.

Spécification.

Klaproth a trouvé dans la stéatite de Gopfersgrün la même proportion relative de silice et de magnésie et une perte qu'il attribue à de l'eau.

Néanmoins la présence de l'alcali dans le minéral de St.-Yrieix autorise peut-être à le considérer comme une espèce nouvelle ou tout au moins comme le type d'une subdivision des talcs. L'oxide de fer étant évidemment accidentel, la formule la plus générale de cette substance est $(Ka, Mg, Ca) S^2$. L'analyse comparative de plusieurs minéraux de cette famille apprendra si leur composition peut se rapporter à la formule $(Ka, Ca) S^2 + 9 Mg S^2$.

Fig. 2.

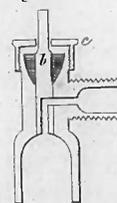


Fig. 3.

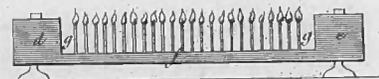
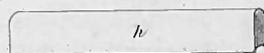
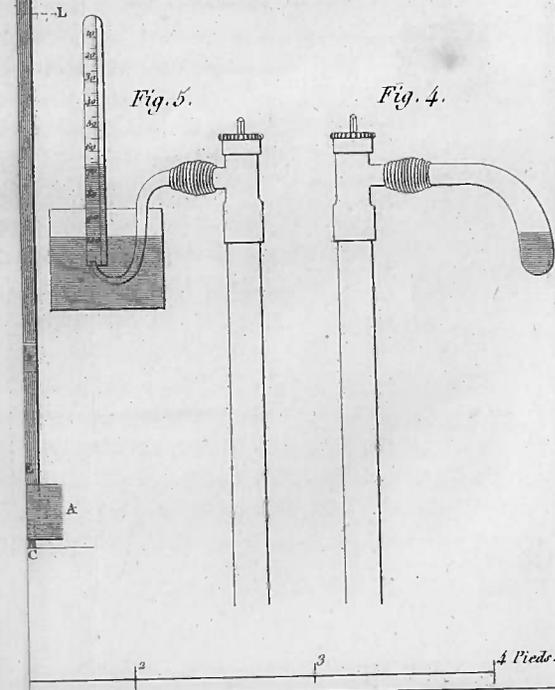


Fig. 5.

Fig. 4.



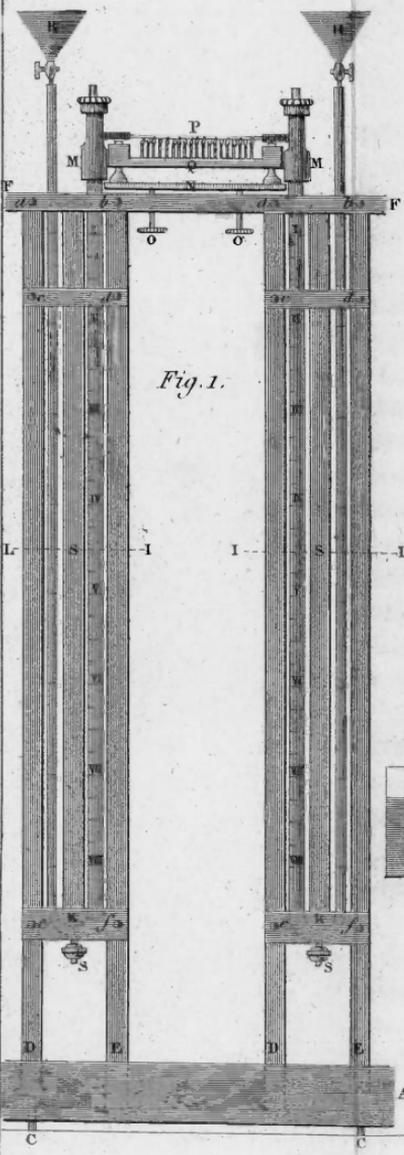


Fig. 2.

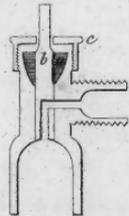


Fig. 3.

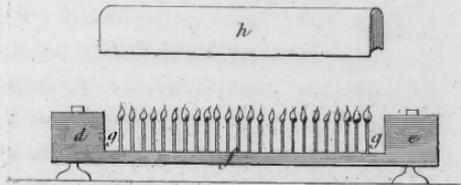
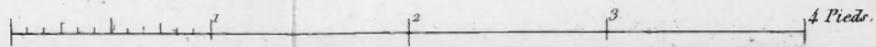
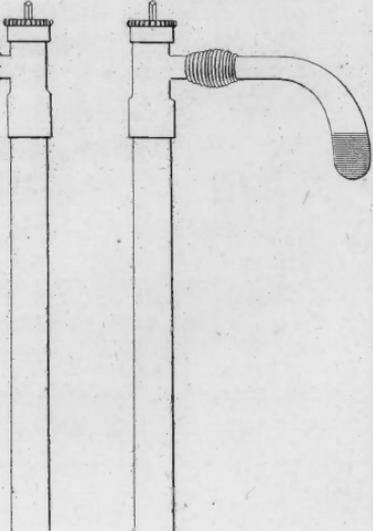


Fig. 5.

Fig. 4.



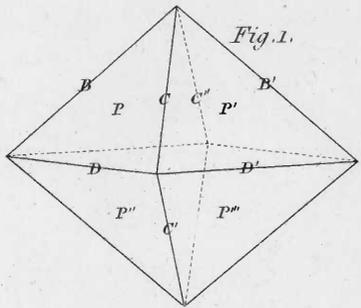


Fig. 1.

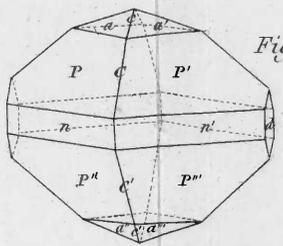


Fig. 2.

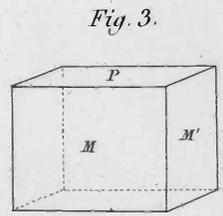


Fig. 3.

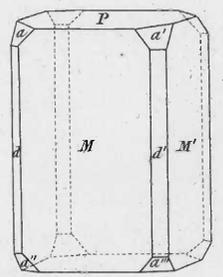


Fig. 4.

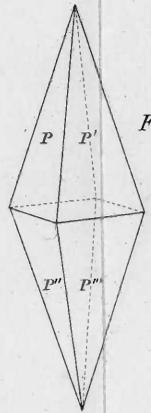


Fig. 5.

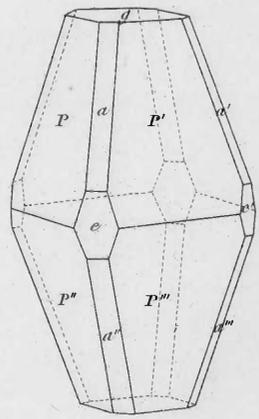


Fig. 6.

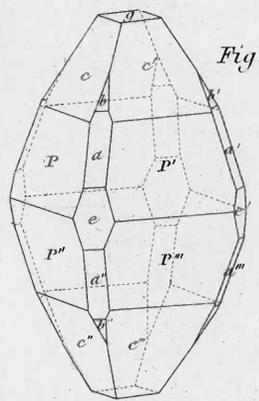


Fig. 7.

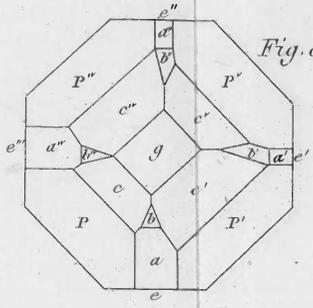
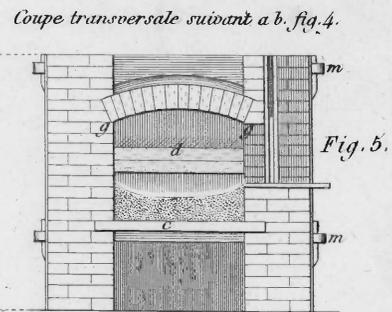
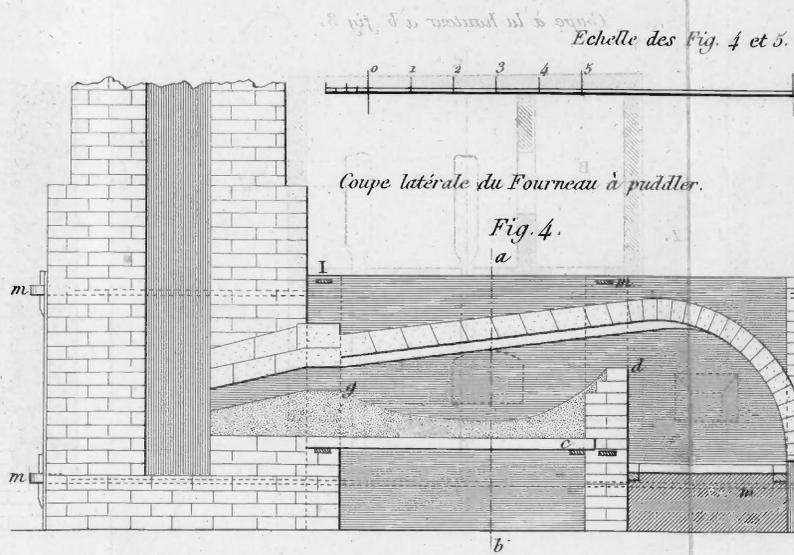
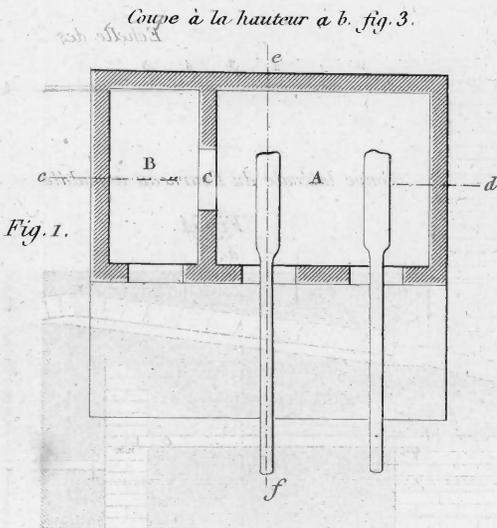
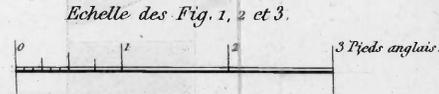
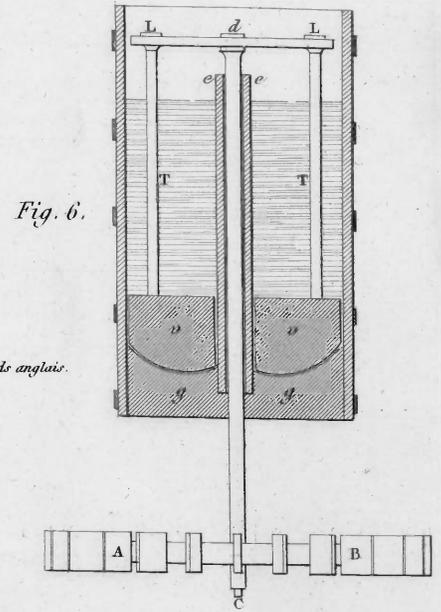
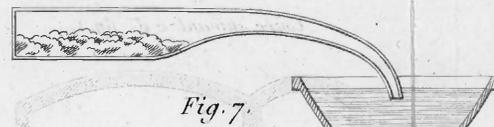
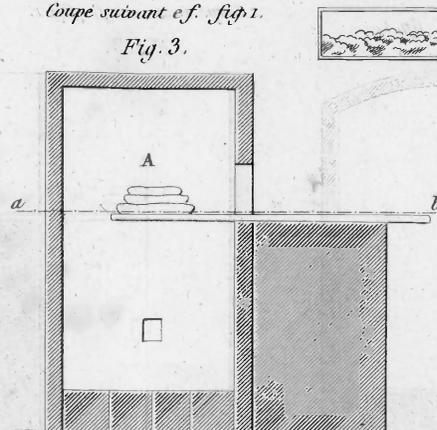
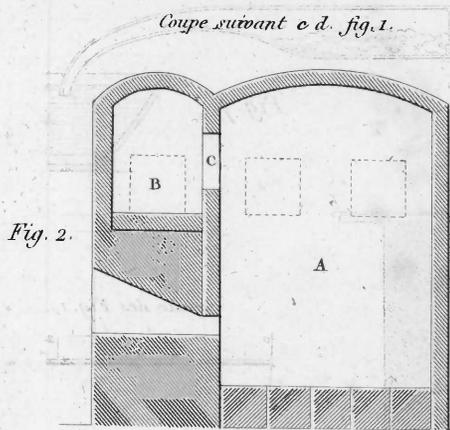


Fig. 8.



*DES formations secondaires qui s'appuient
sur les pentes méridionales des monta-
gnes anciennes du centre de la France;*

PAR M. DUFRENOY, Ingénieur au Corps royal des
Mines.

§ 34. *Terrain de grès bigarré et de marnes irisées.* En quelques points de la pente méridionale du plateau primitif dont nous avons fait connaître la composition au commencement de ce mémoire, on observe de nombreuses couches de grès et de marnes qui reposent tantôt sur le grès houiller, tantôt sur le granite même : ce grès, qu'il ne faut pas confondre avec celui associé au lias, formant sur cette même pente une bande très mince et plus continue, est rougeâtre, souvent à grains fins et marneux; il contient des nodules de marnes de différentes dimensions, qui se détachent en couleur claire sur la pâte assez foncée du grès. Quand il recouvre immédiatement le granite, les couches en contact sont composées de gros galets provenant du terrain primitif et formant alors de véritables poudingues qui paraissent appartenir plutôt à un terrain de transition qu'à tout autre. La pâte ferrugineuse est quelquefois alors tellement abondante, que ces poudingues fournissent des minerais de fer oxidé rouge fort riches. A une certaine distance des terrains anciens, le grès reprend les caractères qui lui sont propres, sa pâte est marneuse et les grains

Caractères
généraux de
cette forma-
tion.



sont siliceux : dans les couches inférieures, le grès contient en outre beaucoup de points blanchâtres, dus à du feldspath décomposé. De nombreuses paillettes de mica d'un gris argenté lui communiquent la structure schisteuse.

Les couches supérieures de cette formation sont des grès de couleur très claire, en général verdâtre, à grains fins peu adhérens et souvent schisteux. Des couches de marnes et de marnes schisteuses alternent avec les grès. Elles sont ordinairement en couches minces, plus abondantes vers la partie milieu de cette formation qu'à ses deux extrémités : elles se délitent facilement et donnent naissance à une multitude de petits cônes. Ces marnes rouges sont maculées de parties vertes. Près de Figeac, les marnes supérieures sont associées à quelques couches minces d'un calcaire magnésifère; dans plusieurs points le gypse existe en assez grande abondance dans cette formation; il est disséminé principalement dans les marnes et dans le grès supérieur. Dans les lieux où les grès et les marnes ne contiennent pas de gypse, les caractères sont tellement analogues à ceux habituels à cette formation, qu'il est impossible de les séparer. Le grès présente des veinules, peu abondantes à la vérité, de cuivre carbonaté vert, bleu, et de cuivre oxidulé : il est souvent accompagné de baryte sulfatée. Nulle part on n'a observé de porphyre dans cette formation, et, à l'exception de quelques impressions végétales, rares et imparfaites, je n'y ai pas vu de fossiles.

Le grès est recouvert par le lias ou calcaire à gryphites.

D'après les caractères généraux que je viens d'indiquer pour ce grès, on voit qu'il fait partie de l'ensemble des formations comprises entre le grès houiller et le lias. Il peut donc appartenir au grès rouge, au grès bigarré ou aux marnes irisées. L'absence du zechstein, représenté en Angleterre par le calcaire magnésien, ne permet pas d'avoir une opinion précise sur l'âge de ce grès, presque tous les caractères du grès rouge étant communs au grès bigarré. L'absence de porphyres, si abondans dans quelques grès houillers de cette contrée, et la présence du gypse, qui y forme des amas puissans aux environs de Saint-Affrique, dans l'Aveyron, portent à croire qu'on doit plutôt le rapporter au grès bigarré et aux marnes irisées qu'au grès rouge; en adoptant cette dernière opinion, je suis cependant loin de penser que des faits postérieurs ne pourront la modifier en partie.

Ce qui me paraît certain, c'est que les différens dépôts de grès qui existent non seulement sur la pente des Cévennes et des montagnes de l'Aveyron, mais en outre sur la pente des Pyrénées, sont de même époque. La présence du cuivre, de la baryte sulfatée, et plusieurs autres caractères me font également penser que le grès de Chessy doit être assimilé à la partie supérieure des dépôts que nous allons décrire.

§ 35. La formation de grès bigarré et de marnes irisées occupe trois bassins isolés les uns des autres par des montagnes anciennes. Division en trois bassins.

Le premier enveloppe Rodez et recouvre presque tout le centre du département de l'Aveyron.

Le second, situé à l'extrémité sud-est du même département, s'étend depuis le pont de Camarez jusqu'à Saint-Affrique, d'où il se prolonge dans le département de la Lozère.

Enfin le troisième forme un petit bassin triangulaire à la jonction des départemens de la Corrèze et de la Dordogne; il s'étend de Brives à Hautefort, situé au nord-ouest des mines de houille du Lardin. Pour faire connaître les caractères particuliers que cette formation présente dans ces trois bassins, je vais donner plusieurs exemples dans chacun d'eux.

Grès bigarré
et marnes iri-
sées entre
Rodez et
St.-Cyprien.

§ 36. Au centre du département de l'Aveyron, le grès bigarré occupe un bassin allongé du sud-est au nord-ouest, limité de tous côtés par le terrain ancien, sur lequel il s'appuie; le grès houiller se montre au jour dans quelques points de ce bassin et constitue deux massifs séparés, l'un sur les bords du Lot et l'autre dans la vallée de l'Aveyron. Les caractères du grès bigarré sont assez uniformes, et dans les nombreuses dépressions que présente ce terrain on peut presque reconnaître les mêmes couches. La seule différence que l'on observe près de Figeac est l'existence d'une couche de calcaire dans les parties supérieures. Les collines comprises entre Rodez, Marcilhac et Saint-Cyprien, en allant du sud-est au nord-ouest, présentent la succession de roches suivante :

Poudingue à
la partie in-
férieure.

Les couches immédiatement en contact avec le terrain ancien sont composées en grande partie de galets de même nature que le terrain; en s'éloignant de ce terrain, les galets de quartz deviennent prédominans, et bientôt le grès passe

à un poudingue quarzeux dont le ciment marneux est très chargé d'oxide rouge de fer. Quelquefois, comme à la plaine de Lunel près Saint-Cyprien, l'oxide de fer devient tellement abondant, qu'il donne naissance à une couche de fer oxidé rouge de plusieurs pieds de puissance, qui sera d'un grand secours pour les usines à fer actuellement en construction dans le département de l'Aveyron. Dans quelques échantillons, c'est un oxide rouge de fer presque pur, ayant même quelque tendance à l'éclat métalloïde; le plus ordinairement c'est un minéral argilo-ferrugineux contenant plus de trente pour cent de fer métallique. Cette couche peu inclinée forme le sol de la plaine de Lunel sur une demi-lieue de longueur, et les champs sont semés de fragmens nombreux détachés par la charrue.

Fer oxidé
rouge dans
le grès.

A cette couche, qu'on ne voit pas immédiatement recouverte dans cette localité, succède une série de grès à grains plus ou moins gros, jamais très fins, qui forment une épaisseur considérable. Les couches les plus inférieures sont encore très ferrugineuses; celles qui leur succèdent sont de couleur beaucoup moins foncée, d'un jaune rougeâtre, avec des parties rougeâtres; le grain en est peu régulier, de manière qu'il est graveleux: il est rarement micacé; cependant quelquefois, dans la série que nous indiquons dans ce moment, il existe de petites couches à grains fins et assez schisteux. La montée de Saint-Cyprien, celle de Rodez, les escarpemens que l'on voit dans les vallées du Dourdou et du Lot, en allant de Rodez à Espalion, nous montrent cette série de couches très développée (*fig. 1^{re}, Pl IV*). Elles

Grès dans la
partie infé-
rieure.

existent principalement sur la lisière du bassin et en forment les parties extérieures; le centre est occupé par les marnes. Ces grès recouvrent quelquefois le porphyre, qui existe dans le terrain houiller; mais ils ne paraissent pas y être jamais associés.

Ce sont principalement ces couches qui reposent sur le terrain houiller dans la vallée du Lot près de Firmy, de Flagnac, et dans celle du Cellé. Dans cette dernière, on voit la superposition de la manière la plus prononcée, la stratification n'étant pas parallèle. Le grès bigarré forme toutes les hauteurs de la forêt des Pallanges, sur les pentes desquelles le terrain houiller sort de tous côtés. Près de Firmy, le grès est comme maculé par des taches de manganèse. Nous avons vu, près de Liverpool, le *nouveau grès rouge* présenter exactement la même circonstance. On trouve également près de Firmy du cuivre carbonaté bleu et du cuivre carbonaté vert, colorant le grès et y formant de petits noyaux.

Manganèse et
cuivre dans
le grès.

A cette série de grès succèdent des couches marneuses rougeâtres très abondantes, formant le pays compris entre Saint-Cyprien, Lunel et Marcilhac; elles sont schisteuses et passent insensiblement à des grès marneux extrêmement fins, qui alternent continuellement avec elles, de manière que les escarpemens présentent une infinité de petites lames saillantes un peu plus dures que les marnes. Celles-ci se délitent avec beaucoup de facilité, et forment une innombrable quantité de petits cônes au pied des rigoles qui les sillonnent dans tous les sens. Ces marnes, ordinairement rouges, sont souvent ma-

Marnes irisées de Marcilhac.

culées de vert, de manière que le même échantillon présente plusieurs parties de deux couleurs. De petites couches de marnes vertes alternent avec les rouges.

Les marnes contiennent fréquemment du gypse, qui paraît y former des amas assez puissans; il en existe principalement à une petite distance de Marcilhac; on le voit à la partie supérieure des collines qui dominent les vallons de Clervaux, de Valady et de Marcilhac; il est posé presque à la séparation des couches de marnes et du calcaire qui le recouvre. Le gypse n'étant pas exploité dans ce canton, on ne peut étudier son gisement; cependant on reconnaît facilement qu'il ne forme pas de couches dans le terrain, il y constitue des amas en général peu considérables et des veinules qui courent dans tous les sens. Dans les amas, le gypse est saccharin, assez dur, et ne contient pas la quantité d'eau propre à la chaux sulfatée, ce qui fait présumer qu'il est en partie à l'état d'anhydrite: quant aux veinules, elles sont de chaux sulfatée fibreuse, ainsi qu'il est habituel de les trouver dans cette formation. On a découvert des veinules de minéral de cuivre carbonaté bleu et vert, près de Marcilhac et de Saint-Cyprien, sur lesquelles M. Blavier, ingénieur en chef des mines, a fait faire quelques recherches dans les années 1805 et 1806.

Amas de
gypse à Cler-
vaux, Valady
et Marcilhac.

La nature des marnes, leur diversité de couleur, leur position au dessus de couches de grès, et les gypses qui y sont associés me paraissent autant de caractères qui doivent les faire assimiler aux marnes irisées.

Elles forment une série de petites collines qui

Cuivre car-
bonaté dans
les marnes
irisées.

occupent le centre du bassin de grès bigarré, ce qui tient à ce que les couches se relèvent de tous côtés vers les terrains anciens. Cette disposition remarquable s'observe très distinctement du haut du plateau de Kaimar, près Saint-Cyprien, qui domine tout ce bassin secondaire. Dans quelques parties, les marnes supérieures manquent ; elles paraissent alors remplacées par un grès schisteux à grains fins, micacé et légèrement coloré en vert. Nous verrons que, dans les environs de Milhau, ce grès existe constamment à la partie supérieure de cette formation. Il serait possible qu'il fût un peu plus moderne et qu'il correspondît au quadersandsstein du lias.

Grès bigarré
et marnes irisées, près
Figeac.

§ 37. Les marnes irisées présentent, à une petite distance de Figeac, une couche de calcaire magnésien, circonstance qui leur est habituelle dans le système des Vosges : c'est en allant de Livignac à Figeac que j'ai observé cette couche calcaire. J'étais alors avec M. Debilly, ingénieur des mines, chargé concurremment avec moi des courses relatives à la carte géologique. Ayant eu l'occasion d'observer souvent la formation de grès bigarré et des marnes irisées des Vosges, il fut frappé des caractères de ressemblance que présentait la même formation dans l'Aveyron et assimila de suite le calcaire dont je vais parler avec celui de Noroy.

Le grès bigarré repose immédiatement sur le plateau de granité qui se rattache aux montagnes d'Auvergne. Les couches que l'on voit affleurer sont les supérieures, qui sont des grès schisteux assez fins, appartenant probablement déjà aux marnes irisées ; dans quelques coupures natu-

relles, qui existent à peu de distance, on remarque, au dessus de ces grès schisteux, des grès à grains très inégaux, généralement peu fins et légèrement colorés. Ces derniers sont exploités en plusieurs endroits comme pierre de taille. Quelques couches très quarzeuses fournissent des meules.

Au dessus de ces grès on voit, ainsi que je viens de l'annoncer, une alternative de couches de grès schisteux et de marnes rouges ; celles-ci sont recouvertes de marnes rouges et vertes très fissiles. C'est à la partie supérieure de ce système marneux (Pl. IV, *fig. 4*), appartenant très probablement aux marnes irisées, que l'on trouve une couche peu puissante de 7 à 8 pouces d'un calcaire très compacte, à grains très serrés, présentant cependant, à la loupe, quelques petits trous. Il est d'un gris jaunâtre clair assez particulier, il renferme une grande proportion de magnésie et ressemble ainsi, par sa composition et par les caractères extérieurs, à la couche de calcaire magnésien que M. Elie de Beaumont a indiquée, dans son Mémoire sur les Vosges, comme existant constamment dans les marnes irisées de ce système de terrains secondaires. Près Figeac, cette couche calcaire, quoique très continue et fort régulière, paraît cependant composée de larges rognons, ce qui tient à la décomposition. Les marnes irisées, qui n'ont acquis qu'un faible développement dans le pays que je décris, n'ont que quelques pieds d'épaisseur au dessus de cette couche. Un calcaire tout à fait semblable les recouvre ; il forme des couches nombreuses, mais très minces : celles-ci sont d'un gris bleuâtre. Il se lie d'une

Calcaire magnésien dans les marnes irisées.

manière insensible au calcaire de Figeac, qui est lui-même très magnésien et présente des caractères particuliers. En descendant vers cette ville, on ne retrouve plus les marnes irisées, le calcaire recouvre un grès qui a plus d'analogie avec le grès houiller qu'avec tout autre, et qui forme les rives du Cellé et celles du Lot sur une assez grande longueur.

Grès bigarré
et marnes
irisées entre
Rodez et
Espalion.

§ 38. La formation de grès et de marnes est recouverte par du calcaire compacte gris de fumée, alternant avec des marnes noires, dans lesquelles on trouve des bélemnites et autres fossiles du lias. On voit très distinctement cette superposition dans la coupe représentée (Pl. IV, fig. 1), prise entre Rodez et Espalion, sur le bord du Lot, et sur laquelle je vais donner quelques détails.

La ville de Rodez est bâtie sur une colline assez élevée, composée d'une alternative nombreuse de couches de grès bigarré. Ces couches, entièrement analogues à celles que nous avons indiquées ci-dessus, à l'autre extrémité du bassin secondaire, comme formant la montée de Lunel, sont à grains très inégaux, rarement fins; quelques unes sont fortement colorées en rouge, tandis que beaucoup d'autres présentent seulement une légère teinte ocreuse. Après avoir descendu sur ces couches, on traverse un petit ruisseau qui tourne autour de la montagne de Rodez et va se jeter dans l'Aveyron, situé au sud de la ville. On remonte alors sur les mêmes couches pour arriver au vaste plateau calcaire appelé *cause de Concourès*, qui se tient à la même hauteur pendant plusieurs lieues. Le calcaire qui le recouvre

Concourès.

appartient au lias, il est gris de fumée, alterne avec des couches marneuses et contient des bélemnites, des plagiostomes, des peignes et des ammonites. Il n'a qu'une petite épaisseur, de sorte que les ravins un peu profonds mettent le grès à nu. On le voit sur une grande hauteur dans la vallée du Dourdou, qui se dirige à peu près de l'est à l'ouest. Les couches étant légèrement inclinées vers le nord, les pentes de cette vallée présentent des couches supérieures qui n'existent pas dans la montagne de Rodez. On observe dans la vallée du Dourdou la succession suivante :

1°. Grès bigarré à grains inégaux, fortement coloré en rouge;

2°. Succession de couches de grès à grains plus ou moins fins non schisteux, diversement coloré;

3°. Marnes rougeâtres et grès rougeâtre schisteux, alternant en petites couches;

4°. Marnes irisées, maculées de rouge et de vert;

5°. Calcaire compacte gris, associé avec des marnes bitumineuses très colorées;

6°. Calcaire compacte appartenant à l'étage oolithique inférieur.

En remontant sur la rive droite du Dourdou, on retrouve le calcaire; il forme un second plateau et se prolonge jusqu'à la descente d'Espalion, situé dans la vallée du Lot, laquelle est également creusée dans le grès. En continuant à marcher au nord, on remonte sur le calcaire, qui s'appuie, à une demi-lieue d'Espalion, sur le terrain ancien.

Succession
de grès et de
marnes iri-
sées.

Grès bigarré
et marnes
irisées de St.-
Affrique.

§ 39. Le second bassin de grès bigarré, situé à l'extrémité sud-ouest du département de l'Aveyron, est beaucoup plus étendu que celui des environs de Rodez. Il constitue en grande partie l'arrondissement de Milhau et se prolonge dans le département de la Lozère. Les couches marneuses y sont plus abondantes que les grès inférieurs; cependant ceux-ci existent en s'approchant des terrains anciens sur lesquels les grès et les marnes s'appuient de tous côtés; de sorte que si, d'un point quelconque de ce terrain, on se dirige vers Saint-Affrique, qui se trouve à peu près au centre du bassin, on traverse toutes les couches de cette formation. Pour les faire connaître, nous allons donner quelques détails sur la coupe que l'on obtiendrait entre Belmont et Saint-Affrique, villes situées aux deux extrémités de la série. Près de Belmont, on voit le grès reposer immédiatement sur le terrain de transition (Pl. IV, *fig. 2*); les premières couches sont de véritables poudingues, mais bientôt le grès lui succède: celui-ci, sans être à grains fins, est cependant composé de galets moins gros et moins irréguliers que le grès de Saint-Cyprien, § 36. A ce grès en succèdent d'autres à grains fins et à structure schisteuse. Ces derniers alternent avec de nombreuses couches de marnes. Le ciment du grès, qui est très ferrugineux, est aussi en partie siliceux, circonstance assez rare dans ce terrain. Il est traversé par de petits filons de quartz blanc, parallèles les uns aux autres et ne se prolongeant pas dans les couches marneuses. Le grès conserve ces caractères jusque un peu au delà du pont de Camarez: il devient alors mar-

Grès à la par-
tie
inférieure.

Grès à ciment
siliceux.

neux sans qu'on puisse observer de passage de l'un à l'autre, tant la transition est insensible. Il contient fréquemment une grande quantité de mica disséminé dans tous les sens, et n'est pas aussi régulièrement schisteux que le précédent. Les couches de grès marneux alternent avec des couches marneuses fort abondantes; ces dernières deviennent dominantes à mesure que l'on approche de Saint-Affrique; ces marnes sont maculées de parties verdâtres, elles sont alors tout à fait semblables à celles que nous avons indiquées ci-dessus comme représentant les marnes irisées des Vosges; elles sont recouvertes par des grès schisteux verdâtres très micacés. C'est ordinairement à la séparation de ce grès et des marnes que se trouve le gypse si abondant dans les marnes irisées de ce bassin; il y est distribué avec régularité, ne change pas la stratification et forme une bande à même hauteur, que l'on reconnaît de loin: cette disposition est surtout remarquable dans les collines qui bordent la Sorgues, à Saint-Affrique; sa distribution au milieu de ces marnes n'est pas entièrement analogue à celle que cette substance affecte ordinairement dans cette formation; on sait qu'elle y est disséminée en petits filets de gypse fibreux et en petits amas de gypse anhydre, le tout formant des espèces de stockwerks. Ici le gypse constitue tantôt de grands amas alongés ayant l'apparence de couches, tantôt il est disséminé dans la masse même du grès, dont il forme, pour ainsi dire, le ciment. Dans les vallons de la Sorgues et de la Neujouls, qui se réunissent près de Saint-Affrique, on voit le gypse sortir de tous les côtés: il

Marnes iri-
sées à la par-
tie
supérieure.

Gypse dans
les marnes
irisées.

est exploité à Saint-Affrique, Vabres, Montaigu, Saint-Félix, etc. La montagne de la Couëtte, à une demi-lieue environ de la première de ces villes, présente la disposition suivante :

Gypse formant la pâte du grès à la montagne de la Couëtte.

Au niveau de la Sorgues (Pl. IV, fig. 5), le grès est rougeâtre, peu micacé : il alterne avec des marnes schisteuses maculées de rouge et de vert. Immédiatement au dessus, reposent des couches de grès schisteux micacé et verdâtre, dans lesquelles le gypse est disséminé sur une assez grande largeur et forme une espèce d'amas allongé ; il ne se prolonge pas dans toute la longueur de la colline, mais il ne constitue pas un amas de nature entièrement différente du terrain, comme il est habituel pour ces masses minérales. Le gypse forme la pâte du grès, qui devient de plus en plus gypseux ; les bancs inférieurs donnent une pierre à plâtre très impure, mélangée d'une grande quantité de galets de quartz ; il contient en outre beaucoup de parties verdâtres micacées analogues à celles qui existent dans le grès auquel on peut dire que le gypse passe insensiblement. Au dessus de ce gypse verdâtre, on observe plusieurs couches contenant une quantité plus ou moins grande de galets, dont l'ensemble peut avoir quarante à cinquante pieds d'épaisseur. Une petite couche d'un grès rougeâtre micacé, avec des nodules de gypse saccharoïde rougeâtre, surmonte cette série de couches, à laquelle succède de nouveau du gypse avec galets. Un grès micacé verdâtre reprend alors : il renferme des nodules assez considérables de gypse saccharoïde blanc, donnant un plâtre extrêmement pur. Le gypse avec galets

constitue de nouveau une série de couches dans lesquelles les galets sont plus ou moins abondants. L'ensemble de ces couches de grès et de gypse peut avoir 150 pieds de puissance.

Cette disposition du gypse au milieu des couches de grès tend à faire croire que cette substance est ici le produit d'une infiltration qui aurait cimenté certaines parties du grès ; infiltration analogue à celle qui a produit les concrétions calcaires et siliceuses que l'on observe fréquemment dans les terrains calcaires, et les parties endurcies si abondantes dans les terrains marneux.

Cette succession de couches gypseuses est recouverte par un grès à grains fins, presque entièrement composé de grains de quartz hyalin paraissant peu roulés. Le ciment est fort rare ; il est taché par de l'hydrate de fer répandu très inégalement dans la masse du grès et ne formant pas de ciment comme l'oxide rouge de fer dans les grès inférieurs. Ce grès blanc occupe très peu d'épaisseur ; quoique dur, il se désagrège facilement, et les pentes sont couvertes d'un sable blanc provenant de sa destruction.

Grès blanc, recouvrant les marnes irisées.

Toutes les sommités sont couronnées par du calcaire compacte gris associé à des marnes, dans lesquelles il existe du lignite ; ces marnes contiennent des bélemnites et des térébratules. Les couches immédiatement en contact avec le grès sont dures et grenues, et présentent, au premier coup-d'œil, l'apparence d'un grès à grains très serrés ; mais à leur éclat un peu nacré on reconnaît que ce sont de petites couches très ré-

Dolomie et lias formant les sommités.

gulières de dolomie qui existent à la séparation des deux terrains.

Grès bigarré
du bois du
Four.

§ 40. Le grès bigarré cesse bientôt après Saint-Affrique; on le retrouve à peu de distance de Milhau, sur la route de Rodez. On le voit sortir de dessous le calcaire et s'appuyer immédiatement sur le granite des montagnes du Levezou. Ses caractères sont entièrement différens de ceux que nous venons d'indiquer. Il est composé de grains de quartz hyalin blanc et violacé; ces derniers sont si abondans que le grès présente cette couleur, il contient en outre des grains de feldspath; les galets de quartz, gros au plus comme des grains de millet, sont miroitans à leur surface comme s'ils avaient été altérés, et le ciment siliceux qui les lie contient de petits faisceaux de baryte sulfatée; il est recouvert par un grès schisteux assez coloré, traversé dans tous les sens par des veinules de baryte sulfatée, quelquefois légèrement colorée en vert par l'oxide de cuivre. Nous avons vu des échantillons de cuivre sulfuré provenant de ce grès; il était accompagné d'une substance très analogue à la bournonite du Piémont. Les caractères de ce petit dépôt de grès bigarré, prolongement de celui de Saint-Affrique, rappellent ceux de l'arkose.

Il contient de
la baryte sul-
fatée, etc.

Grès bigarré
de Terrasson. § 41. Le troisième bassin de grès bigarré, que nous avons indiqué à la limite des départemens de la Corrèze et de la Dordogne, se trouve, de même que les deux autres, à la séparation des terrains anciens et des calcaires secondaires qui le recouvrent; ces différens dépôts peuvent donc être regardés comme les témoins d'une bande de grès qui devait être plus continue qu'elle ne

nous le paraît. Elle aurait été alors cachée en partie par les couches de calcaire, qui se sont avancées jusqu'aux terrains anciens. Les caractères de cette formation ne sont pas exactement les mêmes que dans les grès du département de l'Aveyron. Elle ne renferme pas les couches marneuses analogues aux marnes irisées du nord de la France. Cette différence tient peut-être au peu de largeur de la bande de grès, qui ne permet pas de voir la partie supérieure de cet ensemble de formations.

Aux environs de Terrasson et près de Brives, ces grès présentent aussi des différences que nous allons indiquer; cette variation de caractères pourrait faire croire que les grès n'appartiennent pas à la même formation, mais il est probable qu'elle tient à ce que ce n'est pas la même partie du terrain qui est mise à nu dans les deux localités.

Au Lardin, près de Terrasson, on voit le grès bigarré reposer sur le grès houiller, contenant des couches de houille exploitées; les deux terrains sont en stratification concordante, ce qui a fait supposer que le grès supérieur était lié au terrain houiller, et qu'il représentait le grès rouge, regardé encore par les géologues allemands comme dépendant de celui-ci; mais on ne peut avoir cette opinion pour les environs du Lardin, car ici les impressions abondantes dans le terrain houiller ne se représentent pas dans les couches qui le recouvrent, et de plus les caractères extérieurs des grès ne sont pas les mêmes.

Le grès bigarré présente des couches à grains fins, et d'autres composées presque exclusive-

Grès avec ga-
lets dans la
partie infé-
rieure.

ment de galets de quartz de grosseurs variables, réunis par un ciment marneux. Ces couches, de texture différente, alternent ensemble. Cependant celles composées de gros galets existent principalement dans la partie inférieure de la formation. Le grès contient beaucoup de paillettes de mica qui lui communiquent la structure schisteuse lorsqu'il est à grains fins; en s'élevant dans la formation, la couleur rouge du grès est moins prononcée, il devient verdâtre par places; des couches de grès schisteux, verdâtre et très micacé recouvrent celui-ci; il est lui-même recouvert par du grès blanc, souvent peu adhérent. Cette disposition, commune à toutes les collines qui environnent Terrasson, s'observe surtout d'une manière très prononcée dans les collines de la Gresse et d'Ayen qui bordent les deux rives du haut Vezere entre Terrasson et la Marche.

Grès bigarré et lias, de la colline de la Gresse.
Grès houiller.
Grès avec galets.

Dans la colline de la Gresse, dont le pied se prolonge jusqu'à Terrasson, on voit le schiste houiller avec impressions se montrer au niveau du Vezere, des couches de grès à gros galets de quartz et à ciment marneux le recouvrent; au dessus viennent des grès à grains assez fins, mais rarement schisteux; quelques couches dont la pâte est peu colorée montrent de loin la stratification assez près de l'horizontale, dans cette colline, mais fortement inclinée à Hautefort, situé à deux lieues sud-ouest de Terrasson; des couches à grains plus fins, schisteuses et très micacées recouvrent les précédentes; leur couleur moins foncée est souvent mélangée de vert; la colline, dont la pente était assez rapide, devient alors

très douce et forme une espèce de plateau, dont la surface est recouverte d'un grès blanc, peu solide, presque entièrement composé de grains de quartz et d'un ciment marneux. Il renferme des nodules de marnes de différentes grosseurs, disséminés dans la masse du grès; des couches schisteuses alternent avec ce grès peu adhérent: il doit cette texture à de nombreuses paillettes de mica, qui lui communiquent aussi une teinte verdâtre. Ce grès occupe une épaisseur considérable, ainsi que je l'ai indiqué dans la *fig. 3*, Pl. IV; il est recouvert immédiatement par du calcaire marneux, gris jaunâtre, formant le sommet de la colline, presque entièrement composé de gryphées.

Le grès bigarré présente, à Terrasson, des indices de minéral de cuivre; ce métal existe en plus grande quantité dans les grès blancs supérieurs. On y a reconnu à Ayen et à Issoudun des veinules et des nids de cuivre carbonaté vert, de cuivre carbonaté bleu et de cuivre oxidulé. D'après quelques indications que j'ai recueillies dans le pays, ces veinules métallifères se prolongent dans le calcaire supérieur à cette formation, qui est alors dolomitique; peut-être devrait-on plutôt associer le grès blanc avec cette formation calcaire qu'avec celle de grès bigarré, il représenterait alors le grès du lias.

§ 42. Près de Brives, le grès bigarré affecte des caractères un peu différens de ceux que nous venons d'indiquer. Les couches inférieures, tantôt à gros grains, tantôt à grains fins, sont plus ou moins colorées. Fréquemment elles alternent avec des couches verdâtres, quelquefois tellement minces qu'il est assez facile de tailler un échan-

Grès blanc à la partie supérieure.

Lias sur le grès blanc.

Cuivre dans le grès blanc.

Grès bigarré de Brives.

tillon montrant plusieurs bandes de ces deux couleurs. Les couches supérieures sont presque blanches. Elles sont composées exclusivement de grains siliceux assez gros et de feldspath décomposé; le ciment argileux blanc est analogue à du kaolin. Ce grès présente un accident de stratification remarquable, que nous avons observé plusieurs fois dans les grès de cette formation, notamment à Glasgow; il consiste à se lever en feuilles non parallèles à la stratification du terrain, de sorte qu'il paraît avoir été soumis à une double action pendant son dépôt: l'une, plus générale, donnait naissance aux couches, tandis que l'autre influait seulement sur les fractions de ce grand dépôt. Cette disposition, très frappante quand on observe le terrain, l'est peut-être encore davantage dans les constructions faites avec ce grès, parce que les pierres de taille étant coupées dans l'épaisseur des couches, les lignes des schistes sont disposées très irrégulièrement par rapport aux assises du bâtiment.

Couche de calcaire dans le grès.

Dans la partie inférieure de ce grès, il existe une couche de calcaire compacte et noir, qui peut avoir deux pieds de puissance. Elle est accompagnée des deux côtés par des marnes d'un gris très foncé, se décomposant en boules, et présentant tout à fait l'aspect de la wacke des terrains basaltiques. Les couches de grès immédiatement en contact sont verdâtres et micacées; celles inférieures sont rouges et contiennent de gros galets.

Plusieurs sommités aux environs de Brives, notamment celles de Noailles, sont couronnées par un calcaire marneux dolomitique. Le grès

houiller sort de dessous le grès bigarré à Nan-teuil, près de Brives; il y a eu dans cet endroit des exploitations peu importantes ouvertes à plusieurs reprises.

§ 43. On peut résumer ainsi les caractères principaux des formations de grès dans les trois bassins que nous venons de parcourir.

Elles reposent sur le terrain houiller, quelquefois en stratification discordante.

Elles présentent en général des grès à gros grains quarzeux à leur partie inférieure.

Le milieu de cette formation est souvent composé de grès à grains fins schisteux, dont la couleur habituellement rouge est souvent mélangée de vert.

Dans l'Aveyron, la partie supérieure est occupée par des marnes ayant beaucoup de ressemblance avec les marnes irisées.

Ces marnes renferment du gypse en abondance, et une couche de calcaire magnésien analogue par sa nature et sa position avec celui que M. Élie de Beaumont a annoncé exister constamment dans les marnes irisées du système des Vosges.

Ces grès ne contiennent pas de porphyres, tandis que leur présence est habituelle dans les terrains de grès rouge.

Ces différentes circonstances me paraissent, à défaut de caractères positifs, devoir faire rapporter ces grès et ces marnes au système du grès bigarré et des marnes irisées.

J'ajouterai en outre que ce grès est souvent recouvert par un grès blanc, auquel il passe; ses caractères un peu différens de ceux du grès bi-

Résumé sur les caractères du grès bigarré dans les trois bassins.

garré le rattachent peut-être à la formation de lias, qui couronne ordinairement les collines de grès.

On y a reconnu du cuivre dans beaucoup d'endroits; les couches inférieures au contact du terrain ancien possèdent les caractères de l'arkose: elles contiennent des faisceaux de baryte sulfatée, elles sont traversées par une infinité de veinules de cette substance, enfin la couche calcaire immédiatement en contact avec le grès est souvent à l'état de dolomie.

DESCRIPTION

Du procédé que l'on suit à Rothau pour carboniser la tourbe;

Par M. BINEAU, Élève-Ingénieur des Mines.

Le village de Rothau est situé à l'extrémité nord-est du département des Vosges, dans la vallée de la Bruche; la tourbière du Champ-du-Feu, qui en est éloignée d'un myriamètre environ au S.-E., remplit au sommet des Vosges un bassin élevé de 1000 mètres au dessus du niveau de la mer, et de 660 mètres au dessus des eaux de la Bruche, à la hauteur de Rothau. Elle fait partie des propriétés de M. Champy, qui, depuis quelques années, l'exploite pour l'usage de ses fourneaux et de ses forges. Son étendue superficielle est de 26 hectares, et comme son épaisseur moyenne est d'environ 6 mètres, on peut évaluer approximativement à 1,500,000 mètres cubes la quantité de tourbe qu'elle renferme. La dessiccation réduira ce volume de moitié, l'exploitation perdra à peu près un dixième: ainsi le volume de tourbe sèche que peut donner cette tourbière est égal aux $\frac{4}{10}$ environ du volume qu'elle renferme, c'est à dire à 600,000 mètres cubes, qui, à cause de la bonne qualité de la tourbe, équivalent à 600,000 mètres cubes de bois. La vallée tourbeuse est inclinée de quelques degrés, et se relève à l'est vers le sommet de la chaîne: sans doute la tourbe s'y est formée des débris de plantes aquatiques au milieu des eaux, qui ont ensuite rompu leur digue à l'ouest vers la partie inférieure, lorsque leur niveau s'est élevé.

La tourbe n'est pas recouverte de terre végétale, et aucun banc terreux n'est interposé entre ses couches; elle doit sans doute cette pureté à la constitution géologique de la montagne sur le penchant de laquelle elle se trouve : à cette hauteur, le granite forme un plateau qui s'étend à plus de 6 kilomètres dans tous les sens; c'est dans une dépression de ce plateau que s'est amassée la tourbe : elle y repose le plus souvent sur le granite et quelquefois sur l'argile.

L'inclinaison du bassin rend l'exploitation très facile, en permettant l'écoulement des eaux. On a commencé l'extraction à la partie inférieure de la vallée tourbeuse, qu'on a entourée de fossés profonds, et chaque année on divise et on dessèche par des rigoles le massif qu'on veut exploiter. On travaille par gradins avec le petit louchat, et les mottes que l'ouvrier dépose près de lui arrivent de main en main jusque dans la brouette, qui les transporte sur la pelouse voisine, où on les fait sécher. Là, on les empile comme le représente la *fig.* 1, Pl. V, et lorsqu'elles sont à moitié sèches, on en fait de nouveaux tas dont la *fig.* 2 montre la disposition. Un homme coupe par jour environ 3,500 mottes, dont la longueur est de 0^m,31, la largeur et l'épaisseur de 0^m,11.

La tourbe qui se trouve à la surface de la tourbière est composée de végétaux peu altérés, dont les fibres forment un tissu spongieux; la dessiccation diminue peu son volume, aussi est-elle très légère quand elle est sèche; elle est alors d'un brun grisâtre peu foncé. Elle sert à chauffer les fours à réverbère de la tôle de Rothau : on la mêle pour cet usage au bois de sapin ; son em-

ploi n'est pas soumis à des règles fixes et varie avec la volonté du chauffeur ; cependant on s'en sert principalement, vers la fin des chaudes, et pour le recuit et le décapage de la tôle. Calcinée dans un creuset de platine fermé, elle a laissé 0,26 d'un charbon très léger : elle contient 0,023 de matières terreuses, d'un blanc grisâtre.

Au dessous de cette tourbe légère qui forme la surface, on trouve une tourbe d'un brun foncé, compacte et pesante, formée de végétaux dont la décomposition est plus avancée ou plutôt dont les débris ont été plus altérés par la pression des couches supérieures. Tous les indices d'organisation ont disparu, si ce n'est dans quelques racines et quelques branches d'arbres qu'on y trouve disséminées. C'est cette tourbe qu'on carbonise; quand elle est bien sèche, un mètre cube de mottes sans arrangement régulier pèse 360^k. ; calcinée dans un creuset de platine fermé, elle a laissé 0,32 d'un charbon compacte et pesant; elle renferme 0,022 de matières terreuses dont la couleur est rougeâtre, et qui sont composées de

Sels alcalins.	0,041
Sulfate de chaux.	0,056
Chaux.	0,044
Peroxyde de manganèse.	0,007
Peroxyde de fer.	0,229
Alumine.	0,178
Silice.	0,422
Acide phosphorique.	0,014

0,991

L'acide carbonique, qui était combiné à la chaux et à la magnésie, a été chassé par la chaleur élevée à laquelle j'ai incinéré la tourbe.

Le Champ-du-Feu n'est distant que d'environ un myriamètre de Rothau, mais les chemins qui y conduisent sont si mauvais, que, pour éviter le déchet que ferait naître le transport des charbons, on transporte la tourbe même et on ne la carbonise qu'au pied de la montagne. Cette opération se fait dans un fourneau conique à base circulaire que représentent les *fig. 3, 4, 5* et 6 de la Pl. V. A la partie inférieure sont trois rangées de trous, par lesquels l'air s'introduit dans le fourneau et qu'on tient à volonté ouverts ou fermés. Pour faire ces trous, on laisse, en la construisant des vides dans la paroi du fourneau; ensuite on y place, dans la direction du rayon de la section circulaire, une tige de bois de 0^m,02 de diamètre; puis on tasse autour de cette tige de l'argile jusqu'à 0^m,15 de la face intérieure et du plâtre dans tout le reste. La forme un peu conique qu'on a donnée à cette tige permet de la retirer aisément.

A la partie inférieure du fourneau est aussi une porte qui sert à retirer le charbon et à commencer le chargement de la tourbe.

La partie supérieure du fourneau est fermée par une plaque de fonte horizontale, percée d'une ouverture circulaire qu'on peut fermer avec un couvercle en tôle, muni de deux poignées et percé lui-même d'une ouverture, à laquelle peut s'adapter un second couvercle.

Le fourneau est construit en grès des Vosges, que fendillent très souvent les variations brusques de température auxquelles il est exposé. Cet accident est un des plus grands inconvénients de cette méthode de carbonisation; un ouvrier est obligé de veiller constamment autour du four-

neau, afin de boucher les fissures qui donneraient passage à l'air. Sans doute il serait possible de trouver des matériaux meilleurs que le grès; les briques seraient plus indifférentes aux variations de température, surtout si on mêlait à l'argile du quartz ou des débris de vieilles briques: les vapeurs acides qui se dégagent pendant la carbonisation ne permettent pas, je crois, l'emploi de la fonte.

Pour charger le fourneau, on y place d'abord verticalement et suivant l'axe une cheminée en bois de forme pyramidale; puis l'ouvrier entre dans le fourneau par la porte inférieure, reçoit les mottes de tourbe des mains d'un manœuvre placé au dehors, et les dispose sur la sole suivant les rayons, de manière à laisser des vides correspondans aux trous de la première rangée.

Il recouvre cette première assise par deux ou trois autres, en croisant les mottes, puis il sort du fourneau, met de la tourbe à la place qu'il occupait, ferme la porte avec des briques, en ménageant un trou pour le passage de l'air; puis sur ces briques il applique une plaque de tôle percée d'une ouverture correspondante. Alors il monte sur le plancher placé à la hauteur du gueulard, remplit le fourneau de mottes, qu'il y jette confusément, soulève la cheminée de 0^m,50, et y jette quelques mottes embrasées. Au bout de cinq minutes, la tourbe a pris feu, il enlève la cheminée et remplit de mottes l'espace qu'elle occupait.

Alors la carbonisation commence, le gueulard est entièrement ouvert et les trous des deux rangées supérieures sont fermés avec des bouchons de bois. Après trois heures environ, on com-

mence à regarder dans l'intérieur du fourneau ; puis, quand la tourbe paraît blanche, on ferme l'ouverture par laquelle on l'aperçoit. Pour regarder aisément dans le fourneau, on se sert d'un verre à vitre placé dans un cadre de bois terminé par un manche, et on met cet instrument dans une position inclinée devant l'orifice de manière à voir par réflexion. C'est ordinairement le trou de la porte qu'on ferme le premier, parce que c'est en cet endroit qu'entre dans le fourneau la plus grande quantité d'air : pour le fermer, on remplit de sable l'espace compris entre la plaque de tôle et un cadre de bois qu'on applique contre l'ouverture de la porte. Tous les joints sont ensuite lutés avec de l'argile. Au bout de six ou sept heures, tous les trous de la première rangée sont bouchés ; on ouvre alors tous ceux de la seconde pour les refermer de même lorsque, vue par la réflexion, la tourbe paraît blanche, et on répète ensuite la même opération sur la troisième rangée.

Après vingt heures environ, la tourbe cesse de fumer ; on place le grand couvercle sur l'ouverture de la plaque de fonte, et à mesure que le fourneau se refroidit, on avance le petit couvercle de manière à diminuer progressivement l'orifice circulaire qu'il pourrait fermer tout entier. Après vingt-quatre heures de refroidissement, on verse dans le fourneau environ soixante litres d'eau ; on place le dernier couvercle de manière à fermer hermétiquement le gueulard, qu'on recouvre de cendres, puis 24 heures après on ouvre la porte et on retire le charbon.

L'opération dure ainsi trois jours. On obtient 0,35 en volume et 0,24 en poids, tandis que l'es-

sai en petit donne 0,32 en poids. Un mètre cube de ce charbon pèse 250 kilogrammes ; il a conservé la forme des mottes de tourbe dont il provient ; et on ne trouve presque pas de cendres et de menu sur la sole du fourneau ; il est compacte, peu fragile et d'un noir éclatant : quand la carbonisation a été mal conduite et poussée trop loin, la cendre qui couvre la surface du charbon lui donne une teinte jaunâtre. Il n'a plus de cohérence et se réduit très facilement en poussière, il est passé à l'état de braise.

Je crois que ce procédé est préférable à la méthode de carbonisation en meules, recommandée cependant comme la meilleure par plusieurs métallurgistes, entre autres par M. Karsten. La conduite de l'opération est plus facile et offre moins de chances d'accidens ; la main-d'œuvre est moins considérable, puisqu'il est inutile d'arranger régulièrement les mottes dans l'intérieur du fourneau. Les frais de construction sont d'ailleurs très faibles, et sont bien compensés par la rapidité de l'opération. Lorsqu'on carbonise la tourbe en tas, il est presque impossible d'étouffer la combustion jusqu'au centre des meules, et il arrive souvent qu'après plusieurs jours de refroidissement le charbon n'y est pas encore éteint et que la combustion se ranime au contact de l'air. On peut considérer le fourneau de Rothau comme une meule dont on a solidifié les parois pour empêcher les accidens qui naissent de leur éboulement et pour fermer plus aisément les ouvertures par lesquelles l'air s'introduit : le vide qui s'y forme par la diminution de volume de la tourbe n'est d'ailleurs pas nuisible, puisqu'il est rempli de gaz qui empêchent l'air atmosphérique d'y pénétrer.

Je vais donner une évaluation approximative

du prix auquel revient le charbon de tourbe de Rothau. Ce prix est très élevé, parce que la fabrication est peu considérable et parce qu'il faut payer très cher le transport de la tourbe par des sentiers de montagne, depuis les hauteurs du Champ-du-Feu jusque dans la vallée de la Bruche.

Prix de la tourbe. pour 1 mètr. cub.	
Extraction	of, 93
Dessiccation.	0, 40
Transport au fourneau de carbonisation ou au fourneau à réverbère.	1, 33
Intérêt approximatif des capitaux engagés dans la construction de deux hangars, et frais d'entretien des instrumens d'exploitation, calculés, en supposant une extraction annuelle de 1490 mètres cubes.	0, 07
	<u>2f, 73</u>

Prix du charbon de tourbe. pour 1 mètr. c.	
1 mètr. cub. de charbon de tourbe provient de 3 mètr. cub. de tourbe, qui coûtent	8f, 19
La carbonisation occupe constamment trois ouvriers, dont le salaire est de 5f, 25 par jour. Puisqu'il y a trois fourneaux, et que la carbonisation dure trois jours, 5, 25 sont le prix de la main-d'œuvre pour chaque carbonisation, qui produit 1 m. c., 917 de charbon. Ainsi, la main-d'œuvre coûte. . . .	2, 73
Les frais de régie et l'intérêt des capitaux engagés dans la construction des trois fourneaux et des deux hangars s'élèvent à 2, 500 fr. environ: en supposant deux cents jours de fabrication, nous aurons pour chaque mètre cube.	6, 51
Total.	<u>17f, 43</u>

Dans la même usine, on peut évaluer à 6 fr. le prix du mètre cube de bois dur, hêtre et chêne, mélangés, et à 18 fr. celui du mètre cube de charbon qui en provient et qui pèse 213 k.

Ainsi il y a peu de différence entre les prix

du charbon de tourbe et du charbon de bois dur, et cependant les prix de la tourbe et de son charbon sont encore plus considérables que ceux que je viens de calculer, parce que je n'ai pas tenu compte de la valeur de la tourbière, et surtout parce que j'ai supposé que pendant deux cents jours on carbonisait dans les trois fourneaux; tandis que souvent on peut à peine employer un seul fourneau, parce que les pluies, si fréquentes sur les montagnes, ne permettent pas de sécher la tourbe. Il serait très utile de chercher un moyen de dessiccation plus prompt et plus sûr que l'exposition à l'air, afin de diminuer l'influence des frais généraux en augmentant la fabrication.

Le charbon de tourbe est brûlé dans les feux d'affinerie de Rothau; on le mêle pour cet usage à deux fois son volume de charbon de sapin. Tel qu'on l'obtient en grand, il contient 0,094 de matières terreuses. Quoiqu'il soit moins terreux que les charbons de tourbe ordinaires, on ne peut s'en servir que pendant la fusion de la gueuse; la grande quantité de scories qu'il forme ne permet pas à l'ouvrier de l'employer pendant la dernière partie de l'affinage, sans doute les scories empêcheraient les différentes masses de fer de perdre sous le vent les dernières parties de carbone qu'elles renferment et de se souder ensuite en une seule loupe. L'abondance de ces cendres est au contraire fort avantageuse au commencement de l'opération; elles défendent du contact de l'oxygène et du carbone les lopins qu'on forge pendant la fusion de la gueuse. Cette fusion, ralentie par la présence des lopins,

dure cinq quarts d'heure, l'affinage entier sept quarts d'heure, et par conséquent les volumes de charbon de bois et de charbon de tourbe consumés sont à peu près dans le rapport de trois à un.

C'est sans doute à cause des cendres qu'il produit et de la grande chaleur qu'il développe que le charbon de tourbe est très recherché par les ouvriers de ces usines, qui soudent et forgent de grosses pièces, comme les essieux d'artillerie; ils l'emploient en le mêlant à environ son volume de charbon de bois.

Lorsque j'ai visité les forges de Rothau, on ne se servait pas de ce charbon de tourbe pour l'affinage de la fonte, parce que les pluies continuelles de l'été n'avaient pas permis de sécher la tourbe, et la petite quantité de charbon qu'on faisait encore était employée tout entière à forger et à souder. Je ne puis, à cause de cela, indiquer ici les modifications que son emploi apporte dans le travail de l'affineur. Il produit dans le feu d'affinerie le même effet qu'un volume égal de charbon de sapin; mais le mètre cube de charbon de tourbe pèse 250 kilogr., le mètre cube de charbon de sapin 156 kilogr.: ainsi les poids équivalens de ces deux charbons sont dans le rapport de cinq à trois.

A Rothau, où le charbon de tourbe coûte presque aussi cher que le charbon de bois, son emploi ne présente guère d'autre avantage que celui de la grande chaleur qu'il produit; mais sans doute il sera possible d'obtenir dans d'autres pays, à des prix beaucoup moins élevés, des charbons de tourbe aussi purs que celui du

Champ-du-Feu, alors leur emploi pourra diminuer le prix des fers, et les maîtres de forges, habitués à brûler du charbon de tourbe dans leur feu d'affinerie, essaieront sans doute plus volontiers de le mêler au charbon de bois dans leurs hauts-fourneaux.

A la fin du siècle dernier, on a fait en divers pays, et surtout en Saxe et en Bavière, un grand nombre d'essais pour l'emploi de la tourbe et du charbon de tourbe pour la fusion des minerais de fer et l'affinage de la fonte: quelques uns de ces essais ont réussi, d'autres n'ont pas eu de succès, et il était facile de prévoir la divergence de ces résultats, puisque les propriétés de ces deux combustibles dépendent essentiellement de leur poids spécifique, ainsi que de la nature et de la proportion très variables des matières terreuses qu'ils renferment. Mais comme les auteurs de ces expériences ont négligé le plus souvent de tenir compte de ces élémens essentiels et d'en parler dans les relations qu'ils ont publiées, leurs essais n'ont pu résoudre complètement la question de l'utilité métallurgique de la tourbe et de son charbon. Néanmoins, nous en pouvons conclure, je crois, que la tourbe, avant sa carbonisation, ne peut pas servir à la fusion des minerais de fer dans les hauts-fourneaux, soit seule, soit mêlée même en petite quantité au charbon de bois. M. Lampadius, presque seul, dit avoir obtenu, à la fonderie de Radnitz en Bohême, une bonne fonte grise, en remplaçant une partie du charbon de bois par de la tourbe; mais ce succès est contesté, et de tous les autres essais qu'on a tentés aucun n'a réussi; toujours la fonte a cessé d'être grise pour prendre la couleur et la

texture de la fonte blanche; le laitier est devenu pesant, et quelquefois le fourneau s'est engorgé.

Quant au charbon de tourbe, il est bien certain qu'il peut fondre les minerais de fer, puisqu'on a fait, au Hartz, un fondage tout entier avec ce charbon seul; mais nous n'avons aucun document sur la densité qu'il doit avoir et sur la proportion que ne doivent pas dépasser les matières terreuses qu'il renferme, pour qu'il soit propre à cet usage.

Les charbons de tourbes très purs sont rares, mais peut-être un charbon trop terreux pour servir à la fusion d'un minerai pauvre pourrait-il fondre un minerai plus riche, surtout si on donnait à ce charbon une grande densité par une compression convenable exercée sur la tourbe avant sa dessiccation. Cette compression rendrait plus facile la dessiccation et la carbonisation de la tourbe, et son charbon très dense, qui se transporterait avec moins de déchet, produirait une très grande chaleur lorsqu'on le brûlerait dans des fourneaux élevés munis de fortes machines soufflantes.

NOTICE

Sur la carbonisation de la tourbe à Crouy-sur-Ourcq;

Par M. CHEVALIER Élève-Ingénieur des Mines.

Cette notice sera partagée en deux parties : la première renfermera quelques observations sur les propriétés du charbon de tourbe, et sa fabrication en général. Dans la seconde j'exposerai avec détail le procédé de carbonisation que l'on suit à Crouy, et je le comparerai à ceux mis en usage ailleurs, notamment avec celui de Rothau, décrit ci dessus par M. Bineau, élève-ingénieur des mines.

De la Tourbe carbonisée.

Le charbon de tourbe est en général un combustible très friable, poreux, et presque pyrophorique; il prend feu très facilement, et une fois embrasé, il est rare qu'il ne brûle pas jusqu'à l'entière disparition de la partie carbonieuse : dès lors il est d'une extinction très difficile; aussi le défournement est-il, dans la carbonisation de la tourbe, l'opération la plus embarrassante. Son peu de ténacité fait qu'il ne peut être transporté sans éprouver un déchet considérable en menu et poussier. Sa friabilité et sa combustibilité sont sans doute une conséquence de sa porosité, c'est pourquoi l'on doit, de tous les modes de carbonisation, préférer, toutes choses compensées d'ailleurs, celui qui donnerait une moindre diminution en poids pour la même contraction de volume.

Caractères
du charbon
de tourbe.

Relation entre la qualité du charbon et celle de la tourbe.

Tourbe légère.

D'après les caractères de ce charbon, on conçoit que toutes les tourbes ne sont pas également convenables à sa fabrication : il devient évident qu'on ne saurait y employer les tourbes mousseuses et légères qui recouvrent ordinairement les bancs tourbeux, et que cependant l'on est obligé d'enlever pour atteindre aux parties plus compactes. L'expérience prouve en effet qu'elles ne produisent qu'un charbon sans consistance et en moindre quantité. Les autres variétés donnent chacune un charbon particulier suivant leur nature, les circonstances, la date de leur extraction, et leur état hygrométrique. Voici, à ce sujet, quelques observations recueillies principalement à Crouy.

Tourbe noire.

1°. La tourbe noire compacte, dans laquelle la fermentation putride des matières végétales a atteint son dernier terme, donne un charbon plus lourd, plus dur, mais plus cassant que les autres. Lorsque la tourbe est terreuse par le mélange intime d'une certaine proportion d'argile ténue, son charbon gagne en dureté. C'est pourquoi il me semble qu'une tourbe de cette variété, qui serait mélangée d'une proportion médiocre d'argile calcaire, serait celle dont le charbon aurait en sa faveur les plus grandes chances de succès pour la fusion des minerais de fer dans les hauts-fourneaux.

Tourbe rouge.

2°. La tourbe rouge, moins avancée que la précédente, produit un charbon plus léger, moins fragile, mais plus friable; ce qui revient à dire qu'il s'y formerait plus de poussier et moins de fragments.

Les deux qualités précédentes de tourbe gagnent à être mêlées pour la carbonisation.

3°. Avec la tourbe au louchet on obtient un charbon plus entier, mais moins dur, qu'avec la tourbe moulée.

4°. La tourbe humide, outre l'inconvénient d'une carbonisation beaucoup plus lente (1), présente celui de donner une proportion énorme de poussier : aussi à Crouy trouve-t-on beaucoup d'avantage à conserver long-temps la tourbe crue en magasin, quoique l'on soit ainsi obligé à de plus fortes avances de fonds.

5°. Une dessiccation rapide nuit à la solidité de la tourbe et par suite à celle de son charbon.

La grêle paraît exercer sur l'une et l'autre une influence très nuisible.

D'après la nature des défauts graves attachés à l'essence même du charbon de tourbe, et qui rendent difficile son emploi dans les opérations métallurgiques, il est naturel de penser qu'on l'améliorerait beaucoup en soumettant la tourbe crue à une compression préalable. On ne pourra exécuter cette opération que sur la tourbe sortant du sein des marais, qui, molle et humide, se prêtera aux modifications qu'on voudra lui faire subir, sans s'écraser et sans tomber en poussière. Or, du volume de la tourbe récemment extraite à celui de la tourbe bien sèche (en ne considérant que celle qui est compacte et propre à la carbonisation), le rapport est moyennement de 4,5 à 1, et de la tourbe fraîche au charbon ce rapport est 13,5 : 1. Si maintenant on remarque

Tourbe au louchet.

Tourbe humide.

Compression de la tourbe.

Puissance de la compression.

(1) Avec des différences de siccité assez peu considérables, la durée de l'opération à Crouy varie de vingt-deux à trente heures.

que la compression ne peut chasser toute l'eau qui existe interposée dans la tourbe et qui constitue la cause principale du gonflement, on concevra qu'une action des plus puissantes pourra seule condenser assez la tourbe fraîche pour qu'il en résulte un changement notable dans la compacité du charbon.

Essais faits à
Servance.

Je vais indiquer ici les résultats de quelques essais faits à cet égard par M. Adrien Chenot, qui a eu l'obligeance de me les communiquer.

La tourbe sur laquelle on opérait s'extrait des plateaux de Servance (Haute-Saône); elle était noire, compacte; on l'exploitait à la bêche en grandes mottes, dont chacune était immédiatement soumise à l'action d'une presse hydraulique, provenant de la sucrerie de Châtillon-sur-Seine, et exerçant une pression de 80,000^{k.} par pouce carré.

Ainsi comprimée, la tourbe était carbonisée en tas. On a obtenu un charbon compacte, qui paraissait propre à donner une vive chaleur, mais qui a offert une grave difficulté : à l'air humide, il se délitait et tombait en boue presque comme aurait pu faire de la chaux vive. Par un temps sec, cet inconvénient ne se présentait pas; cependant le charbon donnait toujours beaucoup de déchet au transport.

La carbonisation fournissait 20 pour 100 du poids de la tourbe crue en charbons assez gros pour être jetés dans un haut-fourneau : on avait de plus 8 pour 100 d'un mélange de cendres et de menu.

Il est une circonstance qui a dû beaucoup contribuer à l'énormité de ce déchet : les tourbes que l'on comprimait immédiatement après leur

extraction ne pouvaient ensuite être laissées à l'air pour atteindre une dessiccation plus complète que celle que leur procurait le fait même de la compression : abandonnées à elles-mêmes, elles se gonflaient et devenaient des masses sans consistance; il était donc urgent de les carboniser sans retard, et l'humidité qu'elles contenaient encore tendait à augmenter la production du menu, ainsi que nous l'avons déjà remarqué.

Peut-être cet inconvénient est-il particulier à la tourbe de Servance; il est probable qu'on ne le retrouverait pas, du moins au même degré, dans de la tourbe qui serait encore un peu filamenteuse.

Ces essais paraissent très peu favorables à la compression; cependant en ne considérant que la question du déchet produit pendant la cuite, on doit remarquer que le mode de carbonisation pratiqué à Servance présente sous ce rapport beaucoup d'inconvénients, et qu'il a pu faire complètement disparaître les avantages qu'on pouvait se promettre de cette opération préalable, et qu'elle aurait probablement procurés si l'on eût carbonisé non en tas, mais dans des fourneaux.

Une difficulté réelle attachée à l'emploi de la compression, c'est l'accroissement de dépense qui en résulterait, on en aura une idée si l'on observe d'une part que pour 100^{k.} de charbon il faudra exécuter cette opération sur 800 à 1000 tourbes de dimension ordinaire (c'est au moment de l'extraction 0^m,3 sur 0,1 en carré), et d'autre part, que la compression devra être considérable; ce qui exigera une forte dépense de temps et de

Frais de com-
pression.

force motrice. L'expérience seule apprendra si l'amélioration des produits et la diminution du déchet peuvent compenser ces frais.

Je passe maintenant aux modes de carbonisation.

Carbonisation en tas.

On pourrait carboniser la tourbe en tas comme on le pratique pour le bois, et il semble au premier abord que ce procédé doit présenter beaucoup d'avantages par sa simplicité ; mais en réalité il offre de graves inconvénients : le défournement surtout y est difficile, comme l'a éprouvé M. Moser. Lorsqu'on retire le charbon des meules, il prend feu et se consume à l'air. Ce mode donnerait encore une plus grande perte en menu, d'autant plus que, pour empêcher l'accès de l'air, on serait obligé de tenir la tourbe pressée sous une plus grande masse de terre.

La tourbe rendrait un poids beaucoup moindre de charbon par ce procédé que par tout autre : c'est en effet celui où l'influence de l'air atmosphérique serait le plus sensible, et comme la réduction (1) de volume est très probablement la même dans tous les cas, il en résulterait une friabilité plus grande encore que celle qui constitue habituellement le vice principal du charbon de tourbe.

Ajoutons que ce procédé aurait pour résultat infaillible de mêler à la tourbe carbonisée une quantité notable de matière terreuse, à cause de

(1) A Rothau, à Weissenstadt, à Crouy, le volume du charbon varie entre 33,33 et 35 pour 100 de celui de la tourbe, quoiqu'il y ait de grandes différences de l'un à l'autre des procédés qu'on y pratique.

la surface âpre et raboteuse que présentent les fragmens.

Enfin, en n'envisageant que le résultat des essais de Servance, il serait douteux qu'on pût rendre ce procédé plus applicable au moyen de la compression : nous voyons en effet que, dans ces expériences, une partie du charbon a été complètement brûlée, et que le déchet a été considérable, malgré l'énorme pression à laquelle on avait eu recours.

Par tous ces motifs, je pense que, dans l'état actuel de la carbonisation en tas, on doit lui préférer la carbonisation dans des fours.

Les fourneaux de carbonisation sont de deux espèces. Dans les uns, on donne accès à l'air par des ouvreaux placés à la base de la cuve à peu près cylindrique où se tient la tourbe. On allume le fourneau au moyen de matières enflammées que l'on jette à la partie inférieure par un espace vide ménagé au milieu de la charge ; l'opération continue ensuite entretenue par l'air qui arrive des ouvreaux. Ce mode d'opérer exige un arrangement préalable des mottes au moins pour la partie voisine des ouvreaux, et le défournement s'y fait attendre long-temps, parce qu'il ne peut avoir lieu qu'après l'entier refroidissement de la masse. On peut, il est vrai, le hâter par une injection d'eau, mais il en résulte une dégradation dans les parois du fourneau. Je pense même que la ténacité du charbon doit en souffrir et qu'il doit y avoir une plus grande production de menu.

C'est de cette manière que se carbonise la tourbe à Rothau (voir le Mémoire ci-dessus de

Carbonisation dans un four à ouvreaux.

M. Bineau); c'est aussi le mode employé par M. Moser, à Weissenstadt (Bavière).

Dans l'autre espèce de fourneau, la carbonisation a lieu en vase clos. C'est une cuve cylindrique, ne communiquant à l'extérieur que par un tuyau qui donne issue aux gaz et aux matières volatiles. La chaleur nécessaire à l'opération est fournie par une chauffe aboutissant avec des canaux qui enveloppent la cuve. On y brûle, autant que possible, de la menue tourbe, des rebuts, et on y fait arriver les gaz provenant de la décomposition des matières à carboniser.

C'est dans un fourneau de ce genre que se fait la carbonisation à Crouy-sur-Ourcq. Nous allons entrer dans quelques détails sur la fabrication de cette usine.

Carbonisation de la tourbe à Crouy.

Construction du fourneau de Crouy. Crouy se trouve à 2 myriamètres nord-nord-est de Meaux. Les marais qui l'avoisinent fournissent de la tourbe qu'on carbonise pour la vendre à Paris.

Le fourneau qui sert à cette opération, *fig. 7*, Pl. V, se compose d'une cuve *l*, circulaire, élevée, représentant à peu près l'intérieur d'un haut-fourneau à fer. Sa capacité est de 2^{m.c.},70; autour de la chemise intérieure s'étend une galerie *aa*, qui l'enveloppe entièrement et qui est parcourue par la flamme. La galerie est partagée en trois étages par des cloisons en briques, où sont réservées des ouvertures carrées, dont le côté a 0^m,108 (4 pouces), au nombre de trois dans la première et la dernière, et de quatre dans celle du milieu; elle communique par six ou-

vreaux carrés, de 0^m,108, avec la chauffe circulaire *dd*, qui s'étend autour de la base du fourneau; au moyen de ces compartimens, la flamme se trouve également répartie.

Pour diminuer la perte de chaleur, on pratique une deuxième galerie *ff* derrière la première, à 0,108 d'intervalle.

Le chargement se fait par un orifice ménagé à la partie supérieure du fourneau, que, pendant l'opération, on recouvre d'une porte *o*, en tôle, sur laquelle on étend des cendres. La galerie-cheminée vient déboucher en dessus; elle est terminée par un deuxième couvercle mobile en tôle *i*, dans lequel est laissée une ouverture de 0,1 de diamètre, par où s'échappent les gaz provenant de la chauffe.

Le fond du fourneau est formé par une culasse en fonte *h*, qu'on peut faire avancer et reculer dans une coulisse horizontale au moyen d'une tige de fer *p*, qui se prolonge au dehors de la maçonnerie. C'est par là qu'on décharge la cuve: il suffit pour cela de retirer la culasse, et le charbon tombe dans un étouffoir en fonte placé préalablement sous la voûte.

Grâce à cette disposition, la carbonisation est continue.

Pendant l'opération, les ouvertures de chargement et de déchargement sont exactement closes: on donne issue aux gaz et aux matières volatiles par un tuyau qui aboutit à la partie supérieure de la cuve et qu'on ajuste à volonté avec une trompe *s*, au moyen de laquelle tout ce qui sort du fourneau se rend d'abord dans l'espace *b*, où les produits liquides tombent en *c*, et d'où les gaz continuent pour aller, à droite et à gauche de

la porte de la chauffe, contribuer, en brûlant, à la carbonisation.

Dans les premiers établissemens où l'on a tenté de carboniser la tourbe en vase clos, les parois de la cuve étaient formées en tôle ou en fonte. On a été forcé d'y renoncer, à cause de l'action corrosive exercée sur le fer par les vapeurs acides qui se dégagent de la tourbe. Actuellement, à Crouy, c'est un mur fait en briques larges de 0,108. On ne peut en employer d'une épaisseur moindre sans nuire à la solidité et à l'exacte fermeture du fourneau.

Disposition
de l'atelier.

Les fours sont placés à la file les uns des autres le long des côtés d'un vaste atelier, dans un même massif de maçonnerie, de telle sorte que la distance de deux de leurs axes successifs est de 2^m,27. La partie supérieure du massif s'étend en une longue plate-forme, au niveau de laquelle on élève avec un treuil les paniers de tourbe pour le chargement. Le sol de l'atelier est au niveau de la chauffe; c'est à l'extérieur que se fait toute la manœuvre des étouffoirs.

Frais de
construction.

La construction d'un pareil fourneau exige :

1400 briques cintrées (<i>fig. 9</i>) de 0,04 d'épaisseur, à 45 fr. le mille, c'est.	63 fr. »
7600 autres briques de deux classes :	
1°. briques pointues (<i>fig. 8</i>)	} sur une épaisseur de 0 ^m ,065, à 40 fr. le mille, c'est.
2°. briques carrées de 0 ^m ,108	
Ferrures, tirans et pattes, 125 k., à 80 fr. les 100 k.	100 »
Une toise de maçonnerie en pierre pour la voûte.	24 »
Culasse en fonte.	50 »
Argile pour mortier.	30 »
Main-d'œuvre.	480 »
	951 fr. »
Soit.	1000 fr. »

Ce prix doit être considéré comme un *maximum*, parce que les matériaux et la main-d'œuvre sont très chers à Crouy.

La *fig. 7* représente le nouveau modèle de fourneau. On est arrivé à cette forme par une série de corrections qu'on a fait subir au type primitivement conçu. Dans les premières constructions, on lui avait donné un diamètre beaucoup plus considérable et une hauteur bien moindre, il en résultait des produits mal carbonisés et surtout une grande lenteur dans l'opération, parce que la chaleur, venant des parois, ne se communiquait qu'à grand'peine aux tourbes situées vers le centre, et comme dans une pareille fabrication les dépenses sont proportionnelles au temps, il en résultait un chiffre élevé pour les frais de carbonisation. Depuis, on a pensé que la durée de l'opération pour une tranche horizontale quelconque de la charge croissait suivant une progression très rapide avec le diamètre du fourneau, et que la durée totale de l'opération, pour toute la fournée, devait être sensiblement indépendante de la hauteur de la cuve, pourvu que cette hauteur ne dépassât pas le point auquel peut atteindre la flamme de la chauffe, d'autant plus qu'au fur et à mesure de la carbonisation les couches successives descendent, en vertu de l'énorme contraction qu'éprouve la tourbe crue en passant à l'état de tourbe carbonisée. On est parti de là pour changer complètement les dimensions du fourneau sans lui rien retrancher de sa capacité, de manière à obtenir une grande économie de temps et par conséquent d'argent. Les prévisions qui avaient inspiré ces modifications se sont réalisées

Modifications
apportées à la
forme du
four.

pleinement; la cuite qui, au milieu de 1828, durait moyennement quarante-quatre heures, a été réduite à vingt-six heures par l'adoption du nouveau fourneau.

Tourbe employée.

La tourbe employée à Crouy provient des marais situés au lieu même de la carbonisation. On en retire de la tourbe mousseuse et de la tourbe compacte, passant l'une à l'autre par une variété moyenne. La première, provenant de la surface, s'extrait au louchet, on la réserve principalement pour la chauffe; la deuxième s'extrait sous l'eau, à la drague, et se moule ensuite comme de la brique. On distingue deux variétés selon l'état plus ou moins avancé de consommation des matières végétales, la noire et la rouge.

La tourbe mousseuse coûte, pour extraction et premier empilage de mille mottes. 1 fr. 50

Emmagasinage, empilage en grands tas. »f.,40 } » 50
Paille pour la recouvrir. » ,10 }

Total. . . . 2 fr. »

Elle pèse, au millier, 300^k, et au mètre cube 250^k environ.

Le prix est donc :

Par 100 k. »f.,667

Par mètre cube 1 ,667

La tourbe compacte coûte :

Extraction et premier empilage. »f.,25

Emmagasinage. » ,50

Total. . . . 2f.,75

Après une longue dessiccation de dix-huit mois, elle pèse moyennement, au mille, 315^k, et au mètre cube 310^k. On ne l'emploie pas plus nou-

velle. Il y a à cela l'inconvénient d'une plus grande mise de fonds; mais la diminution des déchets en poussier et menu fait plus que compenser ce désavantage. Elle coûte ainsi :

Par 100 k. »87

Par mètre cube. . . . 2,75

J'ai fait l'essai de quelques échantillons de la tourbe de Crouy, j'en ai obtenu les résultats suivants :

	Tourbe noire.	Tourbe com- pacte.	Tourbe un peu mous- seuse.	Tourbe légère.
Poids du charbon en 100 ^e . de celui de la tourbe. . .	35,2	40,3	35,20	30,20
Composition du char- bon : {				
carbone.	65,05	53,34	65,06	62,92
cendres.	32,95	46,66	34,94	37,08

Du charbon fait à Crouy a donné 32 pour 100 de cendres.

Je passe à la description de l'opération.

Dès qu'on a retiré une cuite, on repousse la culasse et on jette dans la cuve environ 25^k. de poussier de charbon. C'est une mesure de précaution qui a pour but de préserver la culasse des liqueurs acides que dégage la tourbe pendant la carbonisation. Un autre effet de ce poussier est d'empêcher l'accès de l'air, qui pourrait arriver par les interstices que laisse la culasse entre elle et la maçonnerie. On remplit ensuite le fourneau, en y jetant 12 mannes $\frac{1}{2}$ de tourbe (un peu plus de 25 hectolitres), qui sont d'avance

Détails de l'opération.

placées à portée. On ferme les orifices de chargemens, et une cuite nouvelle succède, après quelques minutes, à celle qui vient de se terminer. On distingue dans l'opération plusieurs phases.

1^o. Pendant quatre à cinq heures, il se dégage des fumées épaisses, très abondantes en vapeur d'eau : on les laisse se dissiper par le tuyau de sortie, sans emmancher la trompe S.

2^o. Après quatre à cinq heures, les fumées diminuent, le goudron se distille accompagné de gaz inflammable; on adapte la trompe au tuyau de dégagement, le goudron tombe et s'arrête dans le récipient E, et les gaz vont s'enflammer dans la chauffe.

3^o. Après dix à douze heures, la quantité de goudron s'affaiblit, les gaz dominant et forment bientôt le seul produit de la distillation : ils brûlent, pendant quelque temps, avec une flamme blanche, qui, enfin, perd son éclat et bleuit, signe certain auquel on reconnaît que la carbonisation touche à son terme. Lorsque la flamme est presque entièrement bleue, l'opération est achevée et l'instant du défournement est venu; c'est vingt-deux à trente heures après le chargement. On introduit alors sous la voûte E un étouffoir muni d'un large entonnoir, un homme retire la culasse, le charbon tombe aussitôt; on ramène l'étouffoir, on le bouche avec un couvercle muni encore d'un tuyau ouvert d'environ 0,08 de diamètre, qu'on ferme seulement lorsque le dégagement des gaz a cessé. Ce n'est qu'après trente-six heures que le charbon est bien éteint.

Les étouffoirs sont des cylindres en tôle de 0,0023 d'épaisseur; ils ont un mètre de diamètre

Étouffoirs.

et 1,30 de haut. Vides, ils ne pèsent que 105 à 120^k. Ils sont donc faciles à manœuvrer. On les enlève de terre avec une petite grue, et on les place sur un chariot à quatre roulettes, qu'on pousse lui-même sous la voûte E : quand le charbon y est descendu, on retire l'étouffoir avec le chariot et on y adapte le couvercle.

Dès qu'un étouffoir vient d'être rempli, deux hommes se mettent à boucher, avec de la terre glaise, tous les petits trous qui peuvent s'y trouver. Il est très important d'arriver à une fermeture hermétique.

Les étouffoirs coûtent 160 fr. les 100^k.; c'est donc, pour un étouffoir à 120^k., 192 fr.

A cause des fréquentes réparations qu'ils exigent, on est obligé d'en avoir soixante pour vingt-cinq fourneaux.

Le service, pour vingt-un fourneaux, occupe :

Six carboniseurs à 2 fr. 25 c., se relevant trois à trois, par poste de vingt-quatre heures; ils entretiennent le feu de la chauffe et conduisent l'opération.

Main-d'œuvre.

Huit chargeurs, à 1 fr. 75 c., partagés de même quatre à quatre : ils chargent et déchargent le fourneau, et mettent le charbon en magasin.

Sept manœuvres, ne travaillant que le jour; leur principale occupation est d'aller remplir les mannes de tourbes aux tas qui sont moyennement un peu éloignés, à cause de l'énorme quantité qu'on a en provision.

La dépense, en main-d'œuvre, est donc, par jour, 38 fr., et par opération de vingt-six heures, pour tous les fourneaux, de 41 fr. 17 c.

T. V, 2^e. livr. 1829.

Produits et
consomma-
tion.

Chaque opération consomme 12 mannes $\frac{x}{2}$, un peu plus de 25 hectolitres, pesant moyennement 62^k. la manne : c'est, en tout, 775^k. A cela il faut ajouter la tourbe brûlée dans la chauffe. On y emploie, autant que possible, la tourbe mousseuse et les débris de tourbe moulée. La dépense, par vingt-quatre heures, selon qu'on se sert de l'une ou de l'autre, est de 350 ou 250^k : c'est, par vingt-six heures, 386 à 270^k. En supposant qu'on brûle de la tourbe compacte, ce que parfois on est obligé de faire, la dépense sera, pour 250^k., 2 fr. 35 c.

380^k. de tourbe mousseuse coûtent 2 fr. 53 c.

Pour faire une petite part aux débris, qui n'auraient aucune valeur sans l'usage qu'on en fait dans la chauffe, nous admettrons le dernier chiffre pour tous les cas.

Le produit se compose :

1°. De 0,8^{m.c.} (4 mannes) d'un beau charbon solide, pesant 250^k., plus 50^k. de poussier, dont la moitié est rejetée dans le fourneau sur la culasse : c'est donc un poids total de 275^k.

Il se subdivise ainsi :

Gros charbon.	225 k.
Petit charbon ou braisette..	25
Poussier.	25

2°. Du goudron et des huiles, au lieu de les séparer, et de recuire à part le goudron, on verse le tout dans la chauffe sur la tourbe, pour aviver la combustion.

3°. Des eaux acides qu'on perd.

4°. Des cendres dont on pourrait tirer un parti avantageux. Selon M. l'ingénieur en chef

Garnier, l'hectolitre pesant 57^k. se vend, à Beauvais, 0 fr. 75 c. (*Annales des mines*, 1^{re}. liv. 1827.) A ce taux chaque opération, en produisant avec la tourbe mousseuse 38^k., créerait une valeur de 0 fr. 50 c. : ce serait, par an, avec vingt-cinq fourneaux, chômant un mois, 3,865 f.

Cela posé, il est facile d'établir le prix coûtant du charbon :

Calcul du
prix du char-
bon.

Tourbe chargée, à 0,87 les 100 k.	61,75
Tourbe brûlée, 270 k.	2,35

Main-d'œuvre :

C'est pour tout l'atelier, actuellement composé de vingt et un fours, 41,17, ou, par fourneau 1,96

A quoi nous ajouterons, pour chômage d'un mois par an, un 11^e. en sus.

0,17	
ci	2,13.. 2,13

Solde du commis :

A 1,500 fr. par an, avec vingt et un fourneaux, faisant chacun, en trois cent trente-cinq jours, 309,23 opérations, ci par opération

Entretien des bâtimens, contributions, etc. :

A 1,800 fr. par an, ci par opération

Entretien des fourneaux :

A 2,500 fr. par an, ci par opération.

Surveillance, menus frais :

A 2,500 fr. par an, ci par opération.

Réparations d'outils :

A 1,500 fr. par an, ci par opération.

A reporter.. 121,73

	<i>Report.</i> . . .	12 ^f ,73
Frais d'établissement:		
1°. Pour la tourbe :		
Achat des marais		35,000 fr.
Tourbe d'un an d'avance . . .		50,000
Matériel		10,000
2°. Carbonisation :		
Bâtimens		36,000
Fourneaux		21,000
60 étouffoirs		11,520
800 caisses, à 3 fr.		2,400
Râbles, cribles, etc.		1,000
	Total. . . .	166,620
dont l'intérêt, à 5 pour 100, est 8,346 fr., ci par		
opération		1,29
Frais de roulement :		
C'est, par opération, 12,73, dont l'intérêt à		
6 pour 100 par an, pour huit mois, est.		0,50
	Total du coût de 275 k. de charbon.	14 ^f ,52
C'est par 100 k. 5 ^f ,28		
et en ne tenant pas compte du poussier . 5,81		
Par mètre cube (311k,5) de charbon		
sans poussier 18,15		
Les frais de production pour 100 ^k de charbon		
se partagent ainsi :		
	<i>Poussier compris.</i>	<i>Poussier non compris.</i>
	Poids.	Poids.
Tourbe chargée, 281 k.	2,45	310 k. 2,71
Tourbe brûlée, 98 k.	0,85	108 0,94
Main-d'œuvre	0,77	0,85
Commis	0,08	0,09
Entretien de l'usine, con-		
tributions	0,08	0,11
Entret. des fourneaux	0,14	0,15
Surveillance, menus frais	0,14	0,15
Outils	0,08	0,09
	<hr/>	<hr/>
	4,61	5,09

Frais d'établissement	0,47	2,72
Frais de roulement	0,18	0,20
Millièmes négligés	0,02	0,03
	<hr/>	<hr/>
	5,28	5,84

Les frais de carbonisation, proprement dits, sur 100^k. de charbon :

	<i>Poussier compris. Pous. non comp.</i>	
Main-d'œuvre	0,77	0,85
Commis	0,08	0,09
Entret. de l'usine, contributions	0,10	0,11
Entretien des fourneaux	0,14	0,15
Surveillance, menus frais	0,14	0,15
Réparation des outils	0,08	0,09
Millièmes négligés	0,01	0,01
	<hr/>	<hr/>
	1,51	1,45

C'est, par fournée 3,64
Par mètre cube de charbon sans poussier. 4,55

Supposons actuellement l'usine en train avec vingt-cinq fourneaux, comme ce sera dans peu. Il résulte des renseignements que nous avons recueillis que le même nombre d'ouvriers suffira : dès lors les frais seront par fournée :

775 k., tourbe chargée	6,75
270 k., tourbe brûlée	2,35
Main-d'œuvre	1,80
Solde du commis	0,09
Entretien des bâtimens, contributions	0,23
Surveillance, menus frais	0,32
Réparation d'outils	0,19
	<hr/>
	12,15

Intérêts à 5 p. 100 des frais d'établissement, évalués à 180,000 fr., c'est par an 9,000 fr.; ci, par

A reporter. 12,15

Ce sera, par opération de 26 heures.. 32 fr. 77

Pour les fours à ouvreaux, où l'on aura trois manœuvres dans l'atelier en sus des ouvriers employés à Rothau, ce sera

8 carboniseurs, à 2 fr.....	16	
8 aides, à 1 fr. 50.....	12	
8 manœuvres, à 1 fr. 25.....	10	
3 <i>id.</i> pour rapprochage.....	3	75

Total, par 24 heures. 41 75

Ce sera, par opération de 3 jours. 125 25

Nous admettrons aussi que le prix d'un fourneau soit le même dans l'un et l'autre cas, que les frais de régie, de réparations, soient identiques aussi, et qu'il y ait de part et d'autre un mois de chômage.

La durée de l'opération est de vingt-six heures à Crouy sur de la tourbe compacte : nous supposons qu'en transportant ce procédé à Rothau sur de la tourbe moins lourde cette durée ne diminue pas.

Après avoir posé ces bases, dont aucune, certes, n'a été forcée à l'avantage des vases clos, évaluons le prix du charbon qu'on retirerait de la tourbe de Rothau dans les deux espèces de fourneaux, et d'abord dans celui de Crouy.

Soit donc un atelier de vingt-cinq de ces fours, calculons les dépenses et les produits d'une fournée.

Tourbe chargée, 2 ^m ., 6 (715 k.) à 1f,33 le mètre cube (of,48 les 100 k.).....	3f. 46 c.
Tourbe brûlée, 270 k. à 0,48 les 100 k.....	1 30
Main-d'œuvre, à 32 f.77 par 26 heures; c'est, chômage compensé.....	1 45
Commis, à 1,500 fr. par an; ci, par opération, chômage compensé.....	» 19
Entretien des bâtimens, contribut., à 1,800 f. par an; ci, par opération, chômage compris. . .	» 23
Réparation des fourneaux, à 2,500 fr. par an; ci, par opération, chômage composé.....	» 32
Surveillance, menus frais, à 2,500 fr. par an; ci, par opération, chômage composé.....	» 32
Entretien des outils, à 1,500 fr. par an; ci, par opération, chômage compensé.....	» 19

Total, sans intérêts de capitaux. 7 44

Intérêts à 5 pour 100 par an des frais d'établissement, fixés à 70,000 fr. (1), c'est annuellement 3,500 fr.; ci, par opération.....
 » 45 |

Intérêts pendant 8 mois, à 6 pour 100 par an du capital de roulement établi à 7 fr. 29 par opération.....
 » 30 |

Total... 8 19

Le produit sera 32 pour 100 de la tourbe chargée, ou 216^k.

Le coût de 100^k. est donc de 3 fr. 79 c.

En comptant la tourbe chargée et la tourbe brûlée, l'on obtient en charbon 22,96 pour 100 du poids de la charge totale.

(1) Savoir :

Bâtimens.....	30,000
Fourneaux.....	25,000
Outils.....	15,000
	<hr/>
	70,000

Le produit annuel d'un fourneau sera de 69,940^k.

Calculons maintenant la dépense qui correspond au fourneau à ouvreaux, tel qu'il existe à Rothau, en partant des résultats indiqués par M. Bineau, savoir que l'opération dure trois jours et que la tourbe rend 22 pour 100 de son poids en charbon, nous supposerons un atelier qui contienne vingt-cinq fourneaux.

La capacité du fourneau est de plus de 6 mètres cubes; mais à cause des vides qu'on est obligé d'y ménager, soit pour l'air, soit pour la cheminée qu'on pratique suivant l'axe, le volume de tourbe qu'on charge est un peu moindre: c'est 5^mc,5 (1). Dès lors la dépense d'une opération se partage comme il suit:

5 ^m c,5 (1,512k,5), à 133 le mètre cube.....	7 f. 31 c.
Main-d'œuvre, chômage compensé.....	5 46
Commis, comme précédemment.....	» 54
Entretien des bâtimens, contributions, <i>id.</i>	» 64
Entretien des fourneaux, <i>id.</i>	» 88
Surveillance, menus frais, <i>id.</i>	» 88
Réparation des outils, à 1,000 fr. par an. . .	» 36

Total sans intérêts de capitaux. 16f. 07 c.

Intérêts à 5 pour 100 par an du capital des établissemens, fixé à 60,000 fr., savoir:

Bâtimens.....	30,000 fr.
Fourneaux.....	25,000
Outils.....	5,000

A reporter . . 16f. 07 c.

(1) Ce nombre est calculé d'après la quantité du charbon produit par une opération (1^mc.,907), et d'après le rendement en volume, fixé par M. Bineau à 35 pour 100.

Report. . . 16f. 07 c.

C'est par an 3,000 fr., et par opération..... 1 07
Intérêts pendant 8 mois, à 6 pour 100 par an du capital de roulement établi à 14,14 par fournée. » 64

Total. . . . 17 f. 78 c.

Le produit est de 333^k. de charbon.

C'est annuellement, par fourneau, 37,185^k.

Le coût de 100^k. est donc de 5 fr. 34 c.

C'est, en sus de l'autre procédé, de 1 fr. 55 c.

Ainsi, en se plaçant sur un terrain qui n'a rien d'avantageusement choisi pour le procédé des vases clos, en adoptant de préférence des hypothèses qui lui sont défavorables, en ne tenant pas compte de ce qu'on brûle dans la chauffe des rebuts et des non-valeurs, en faisant abstraction des produits liquides et des cendres que fournit accessoirement cette méthode, l'avantage lui reste sous le point de vue économique de 41 pour 100.

En ce qui concerne la qualité des produits, il me semble que la supériorité lui est également acquise: en effet, le charbon obtenu en vase clos est plus compacte que tous ceux obtenus ailleurs, puisque pour une contraction qui paraît être la même dans tous les cas, la perte en poids y est nécessairement un *minimum*. Ainsi, à Rothau, la tourbe se réduit, par la carbonisation, à 35 p. 100 de son volume et 22 de son poids. Si l'on y introduisait le procédé de Crony, le premier chiffre restant le même, le deuxième s'élèverait à 32, ce qui est presque moitié en sus. Indépendamment d'une compacité plus grande, le charbon serait plus tenace; car, par le procédé en usage à Ro-

thau, on est obligé de l'éteindre par une injection d'eau dans le four.

Relativement à la conduite de l'opération, nous ajouterons qu'en vase clos elle est plus facile à régler, et plus indépendante de la bonne volonté de l'ouvrier.

Je ne comparerai pas avec le même détail le procédé de Crouy avec celui que M. Moser a pratiqué à Weissenstadt. Pour ménager son fourneau et ne pas altérer son produit, il ne fait pas usage d'eau injectée, et il laisse refroidir le charbon avant de le retirer: aussi l'opération dure-t-elle quatorze jours. Le résultat est de 278 p. c. de Bavière, valant 7 mètres cubes: or, dans le même temps, le fourneau de Framont fournirait 8^{mc},8; ainsi, dans l'état actuel des choses, ce dernier même présenterait de l'avantage.

Le prix indiqué par M. Moser revient à 4 fr. 40 c. au mètre cube. S'il est aussi faible, cela tient au bas prix des salaires dans la contrée où il a fait ses essais.

Au prix de *revient* que j'ai établi dans l'estimation comparative qui précède, j'ajouterai un dixième en sus, parce que le charbon sortant du fourneau est mêlé d'une quantité de poussier qui correspond à cette fraction, et qui en général sera sans valeur.

On a alors pour prix de 100^k. de charbon sans poussier:

Charbon des fourneaux à ouvreaux. 5 f. 87 c.
Charbon des vases clos. 4 17

Si l'on voulait employer le charbon de tourbe dans un haut-fourneau, on serait obligé d'en dis-

traire encore une certaine quantité de menu, ce qui élèverait encore de 10 pour 100 le prix du charbon réellement employé. Il deviendrait alors pour 100^k.

Charbon des fourneaux à ouvreaux... 6 f. 45 c.
Charbon des vases clos. 4 58

L'inspection de ce dernier chiffre me semble propre à éclairer la question soulevée déjà plusieurs fois de savoir si, eu égard au prix actuel du charbon de bois, on peut espérer de le remplacer avec avantage par de la tourbe carbonisée dans la fusion des minerais de fer.

Et d'abord, sous le point de vue métallurgique, la question n'est pas résolue affirmativement: il n'a encore été fait que des essais peu prolongés dont il n'est possible de tirer aucune conclusion incontestable. Les expériences faites aux forges de Lauch-Hammer, près Dresde, sont médiocrement favorables au charbon de tourbe, et celles de M. Moser, qu'il regarde comme décisives à l'avantage de ce combustible, me semblent prêter à une interprétation opposée. Une solution positive est donc encore à intervenir (1).

Mais, en admettant la possibilité de substituer de fait la tourbe carbonisée au charbon de bois, il me paraît que le prix élevé auquel elle reviendra toujours ne permet pas de fonder sur elle

(1) Une Société, à la tête de laquelle était M. Thomas Nodler, s'était formée dans le but d'employer en grand la tourbe carbonisée des environs de Bourgoin (Isère) à la fusion des minerais de fer. Des circonstances, dont plusieurs étaient purement locales, l'ont forcée à abandonner ce dessein.

De l'emploi
du charbon
dans les
hauts-four-
neaux.

grande espérance de secours pour notre industrie du fer. En effet, le coût précédent, 4 fr. 58 c., est rapporté à un ensemble de circonstances qu'il sera presque partout bien difficile de réaliser; car, d'une part, le prix de la tourbe crue, à 1 fr. 33 c. le mètre cube, suppose

1°. Qu'il ne soit payé aucune redevance au propriétaire de la tourbière, quoique aujourd'hui ce genre de propriété acquière une valeur notable;

2°. Que les frais de transport de la tourbe sèche au magasin soient presque nuls, ce qui a lieu, il est vrai, au Champ-du-Feu, près Rothau, parce que l'exploitation très bornée ne s'est étendue qu'à quelques pas du point de départ, ce qui cesserait d'être bientôt si l'on avait à alimenter un haut-fourneau : dès lors, les frais de transport au magasin croîtraient suivant une progression rapide, à cause de la difficulté qu'on éprouverait à faire mouvoir des fardeaux sur un terrain tourbeux.

D'une autre part, le chiffre 4,58 représente le coût de la tourbe carbonisée au pied du fourneau de carbonisation : il faudrait y joindre encore les frais de transport jusqu'au haut-fourneau, et l'estimation du déchet qu'elle éprouverait en sus de celui que subirait une quantité correspondante de charbon de bois.

Je remarquerai encore que la consommation de charbon de bois pour 1^{k.} de fonte ne dépasse pas dans les usines passablement conduites 1^{k,5}; tandis que pour le coke l'on ne doit pas compter sur moins de 2^{k.} à 2^{k,5}, et qu'il n'est pas probable qu'un combustible aussi léger que le charbon

de tourbe présente, sous ce rapport, de l'avantage sur le coke. Dès lors on concevra que, même pour des forges peu distantes de la tourbière, la quantité de charbon de tourbe qui correspond à 100^{k.} de charbon puisse atteindre le prix de 8 fr. à 8 fr. 50 c., terme auquel le charbon de bois s'est élevé à peine sur des points des plus mal partagés lors de la hausse des dernières années.

Ajoutons enfin que les tourbes de vallées, presque sans exception, sont toujours terreuses, et que, carbonisées, il est rare qu'elles ne contiennent pas 25 à 30 pour 100 de cendres, et plus encore. Les tourbes des lieux élevés beaucoup plus pures seraient donc les seules qu'on pût utiliser dans les hauts-fourneaux : or, elles sont peu répandues; leur position sur des plateaux humides en rend la dessiccation difficile, gêne l'exploitation, et accroît considérablement les transports.

La substitution dont il s'agit ici me paraît donc ne pouvoir présenter de l'économie que pour des localités placées dans une position particulière, telles seraient, par exemple, celles qui se trouveraient côte à côte de tourbières puissantes et profondes d'un assèchement facile, et dont la tourbe plus compacte que celle du Champ-du-Feu permettrait de retirer de chaque opération un plus grand poids de charbon.

Une circonstance qui rendrait moins coûteux l'emploi du charbon de tourbe, c'est qu'il paraît susceptible de remplacer très bien le charbon de bois en totalité ou en partie dans les foyers d'affinerie, les feux de chaufferie divers, les forges de maréchalerie, etc. On pourrait utiliser ainsi le

menu, qui, dans les calculs précédens, est sans valeur, puisque j'ai reporté son prix sur celui du gros charbon.

Je dois faire observer encore que, pour arriver au chiffre 4 fr. 58 c., je n'ai pas tenu compte de quelques produits, tels que les cendres et les liqueurs grasses et acides de l'opération en vase clos.

Il me semble probable que c'est en introduisant la tourbe crue et non carbonisée dans les ateliers métallurgiques qu'on pourra étendre beaucoup l'emploi de ce combustible. Il est probable, en effet, que, comprimée et bien sèche (1), elle pourrait, dans beaucoup de cas, remplacer avec économie sur les grilles le combustible minéral qu'on ne peut souvent se procurer qu'à grands frais. Carbonisée, elle ne pourra servir avec succès que dans quelques opérations pour lesquelles elle posséderait quelques propriétés spéciales, à raison du degré de chaleur qui lui est propre, et dans lesquelles la séparation d'une quantité considérable de menu ne serait pas indispensable.

On trouvera des détails sur la carbonisation de la tourbe dans les ouvrages suivans :

BULLETIN DE LA SOCIÉTÉ D'ENCOURAGEMENT, tomes 1 et 2, page 117. — *Rapport sur la tourbe carbonisée*, par M. Voland; tome 19, page 190.

ARCHIVES DES DÉCOUVERTES ET DES INVEN-

(1) La dessiccation exerce une influence immense sur les effets de la tourbe. Elle s'opère très lentement; après quatre à cinq mois, elle n'est pas à son terme. Il résulte d'expériences, faites à Crouy, que de la tourbe qui paraît-

TIONS. — *Charbonnage de la tourbe*, par M. Blavier; tome 5, page 399. — *Carbonisation de la tourbe*, par M. Devigny; tome 13, page 408.

JOURNAL DES MINES. — *Mémoire sur le Charbonnage de la tourbe*, n^o. 2, page 3.

INSTRUCTION SUR LES TOURBIÈRES, L'EXTRACTION DE LA TOURBE, etc., par Ribaucourt; n^o. 6, page 41. — *Notice sur la carbonisation de la tourbe*, tome 11, page 253. — *Notice sur le charbonnage de la tourbe*, tome 30, page 373.

ANNALES DES MINES. — *Rapport sur la carbonisation de la tourbe*, par M. Blavier; tome 4, pages 177 et 200. — *Notice sur la carbonisation de la tourbe à Rothau*, tome 5, 2^e. livraison, 2^e. série.

ANNALES DE CHIMIE. — *Carbonisation de la tourbe*, par M. Thillaye-Platel; tome 58, page 128.

ANNALES DES ARTS ET MANUFACTURES. — *Charbonnage de la tourbe*, par le procédé de M. Blavier; tome 45, page 302.

DICTIONNAIRE DES DÉCOUVERTES FAITES EN FRANCE. — *Carbonisation de la tourbe*, t. 16, page 126. — *Fourneaux pour la conversion de la tourbe en charbon*, tome 7, page 408.

MÉMOIRES DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES. — *Notice sur la tourbe convertie en charbon*, par M. Porrot; année 1774, page 61.

Description des brevets d'invention. — Brevet

sait bien sèche a perdu, pendant un an d'emmagasinage, 12 pour 100 de son poids.

Suivant M. Thillaye-Platel, 1 1/4 à 1 1/2 de tourbe comprimée équivaut à 1 de bois, et avec de la tourbe non comprimée, il en faut deux, trois et même quatre parties.

de M. Thorin pour la conversion de la tourbe en charbon, tome 1, page 242. — Brevet de perfectionnement de M. Devigny, tome 3, page 65. — Brevet de M. Oyon, tome 5, n^o. 113. — Brevet de perfectionnement de M. Callius, tome 7, page 183. — Brevet de M. Marcel pour tirer parti des vapeurs qui se dégagent, tome 7, page 300. — Brevet de M. Mollerat, tome 7, page 324. — Brevet de M. Potier, tome 8, page 361. — Brevet de M. Poullain Saint-Foix, tome 9, page 5. — Brevet de M. Griguet, tome 9, page 195.

Brevets dont la durée n'est pas expirée. — Brevet de M. Monicler, pris en 1820 pour quinze ans. — Brevet de M. Boislet, pris en 1823 pour quinze ans. — Brevet de M. Volland, pris en 1821 pour quinze ans. *Compression et carbonisation.* — Brevet de M. Guillois, pris en 1823 pour quinze ans. — Brevet de M. Ramiez pour quinze ans. — Brevet de MM. Thiébaud et Garnier, pris en 1822 pour dix ans. — Brevet de M. Roland de Buley, pris en 1827 pour dix ans. (Voir rue du Faubourg-Poissonnière, n^o. 20, à Paris.)

Brevet de Victor Joly et Bruno Ewbork, pris en 1827 pour cinq ans. (Fabrique de produits chimiques, à la Glacière, près Paris.) — Brevet de la Société de Crouy-sur-Ourcq, pris en 1828 pour cinq ans, pour amélioration au four de carbonisation de M. Blavier. — Brevet de Cassagnieu, pris en 1828 pour dix ans. *Distillation et carbonisation de la tourbe.*

MÉMOIRE

Sur la fabrication de la fonte et du fer en Angleterre ;

Par MM. COSTE et PERDONNET (1).

Nous suivrons dans la rédaction de ce mémoire l'ordre des diverses opérations que la fabrication du fer exige : ainsi, nous parlerons

(1) Nous emploierons le plus souvent des mesures anglaises dans ce mémoire, c'est pourquoi nous croyons utile de joindre ici les tableaux suivans, que nous extrayons du *Voyage métallurgique en Angleterre* de MM. de Beaumont et Dufrénoy :

	Poids.	kilog.
1 liv. anglaise (avoir du poids) =		0,4531
2 livres. =		0,9062
3 id. =		1,3593
4 id. =		1,8124
5 id. =		2,2655
6 id. =		2,7186
7 id. =		3,2717
8 id. =		3,6248
9 id. =		4,0779
10 id. =		4,5310
112 id. ou 1 q ^{al} . (short weight).. =		50,747
120 id. ou 1 q ^{al} . (long weight).. =		54,372
1 tonne ou 20 qx. de 112 livr. =		1014,94

Mesures de longueur.

	mètres.
1 pouce anglais =	0,025391
1 pied =	0,304692
3 pieds ou un yard. =	0,914076
6 pieds ou 1 fathom. =	1,828152
1 mille anglais. =	1608,774

successivement de la carbonisation de la houille, du grillage des minerais, de leur fusion dans les hauts-fourneaux, et enfin de l'affinage. La difficulté de se procurer des renseignemens exacts sur ces divers sujets fait qu'aucun ne sera traité d'une manière complète, en sorte que nous donnons plutôt une série de notes et d'observations sur la fabrication de la fonte et du fer dans quelques comtés de l'Angleterre qu'une description d'un art aussi important. Nous aurons peu de choses nouvelles à ajouter aux mémoires détaillés publiés dernièrement sur le même sujet par MM. Elie de Beaumont et Dufrénoy ; mais nous indiquerons quelques changemens qui se sont introduits dans ce genre de fabrication depuis 1823, époque du voyage de ces messieurs.

Avant d'entrer dans le détail des procédés de fabrication, nous donnerons une idée des diverses fontes d'Angleterre et une note statistique sur les hauts-fourneaux de ce pays et leur produit.

On pourrait distinguer, dans chaque comté, un grand nombre de variétés de fonte ; cependant on les réduit généralement à trois ou quatre. Trois variétés sont distinguées dans le commerce par les N^{os}. 1, 2 et 3, voici quelques unes de leurs propriétés.

N^o. 1. C'est une fonte très noire, à gros grains : fondue, elle est long-temps à se solidifier. Elle est très difficile à affiner, et elle est principalement employée pour seconde fusion ; c'est même sous ce numéro qu'on désigne la plupart des fontes douces.

N^o. 2. C'est une fonte moins noire que la précédente : on pourrait en distinguer deux espèces,

l'une assez noire et à grains un peu gros, facile à travailler, est principalement employée en première fusion ; l'autre est plus grise, à grains beaucoup plus petits ; elle est toujours transformée en fer.

N^o. 3. C'est une fonte blanche, très cassante. Elle ne peut être employée pour le moulage, et ne donne le plus souvent que du mauvais fer ; cependant, quelques fourneaux ne travaillent que pour fonte N^o. 3.

On pourrait ajouter une nouvelle variété qui correspondrait à l'espèce désignée en France sous le nom de *fonte truitée*. Elle est rarement employée seule, mais mélangée avec la fonte N^o. 1 pour le moulage de certaines pièces, et avec le N^o. 2 pour la fabrication du fer.

Ces diverses variétés de fonte sont souvent désignées, en anglais, par les noms suivans : la fonte, en général, par le nom de *pig-iron* ; N^o. 1 *malting-iron*, ou *foundry-pig* ; N^o. 2 *foundry-pig*, ou *forge-pig*, selon que ce numéro est employé pour le moulage ou pour l'affinage. La fonte truitée est appelée *motleg-iron*.

Ces indications étant connues, on comprendra plus facilement la note statistique que nous essaierons de donner sur les hauts-fourneaux de la Grande-Bretagne. On sait le grand accroissement que les usines à fer d'Angleterre ont pris sur la fin du siècle dernier et dans le commencement de celui-ci : on peut consulter, pour s'en convaincre, les détails historiques que MM. de Beaumont et Dufrénoy ont donnés au commencement de la seconde partie de leur mémoire.

Le tableau suivant, à l'exactitude duquel on peut ajouter foi, a été dressé, au mois de décembre

1825 et au commencement de l'année 1826, par un maître de forges du Staffordshire. A cette époque, on comptait, dans les trois royaumes unis, trois cent soixante-quatorze hauts-fourneaux, dont deux cent soixante-un étaient en feu et donnaient annuellement un produit de 581,367 tonnes (590,360,250 kilog.) de fonte.

	nomme des hauts- fourn.	En feu.	Mis hors.	Produit par semaine.	Produit moyen annuel.	OBSERVATIONS.
Staffordshire.....	108	81	27	3,503	171,735	Les produits sont donnés en tonnes. A ce nombre manque la pro- duction de 4 h ^{ts} -fourneaux. x signifie in- connu.
Derbyshire.....	19	14	5	436	19,184	
Yorkshire.....	34	22	12	752	35,308	
Floosse.....	25	17	8	645	29,200	
Sud du pays de Galles..	109	82	27	4,461 1/2	223,520	
Shropshire.....	49	36	13	1,723	86,320	
Nord du pays de Galles..	14	8	6	303	15,100	
Cumberland.....	4	x	x	x	x	
Gloucestershire.....	3	x	x	x	x	
Durham.....	2	x	x	x	x	
Lancashire.....	4	x	4	x	x	
Leicestershire.....	1	x	1	x	x	
Irlande.....	2	x	x	60	3,000	
	374	262	103	11,883 1/2	581,367	

Hauts-fourneaux de la Grande-Bretagne.

On peut porter le total de la production annuelle à 600,000 tonnes (609,000,000 kilog.), puisque le produit d'un petit nombre de hauts-fourneaux n'est pas compris dans ce tableau.

Nous établirons, par la suite, que, dans le Staffordshire, le Shropshire et le pays de Galles, on consomme environ quatre tonnes de houille pour faire une tonne de fonte; qu'en Yorkshire on consomme quatre tonnes et demie; qu'en Écosse on consomme huit tonnes pour le même objet. En admettant que, dans les autres comtés, la consommation moyenne soit de quatre tonnes, on trouve que pour la fabrication seule de la fonte on brûle annuellement en Angleterre 2,534,454 tonnes de houille.

Le tableau précédent contient dans la colonne des fourneaux *mis hors* ceux qui sont actuellement en construction; ils sont environ au nombre de vingt (commencement de 1826).

Nous avons dressé le tableau suivant, qui donne la nature et la quantité des produits en fonte dans chaque comté. Nous avons pris nos renseignements dans une liste générale des hauts-fourneaux de la Grande-Bretagne, faite par un maître de forges du Staffordshire, et dont le tableau précédent est déjà un extrait. Le tableau est divisé en six colonnes principales: la première donne les noms des comtés, les autres portent pour titres les indications des produits. Elles sont divisées elles-mêmes en trois colonnes, dont l'une donne le nombre total des hauts-fourneaux du comté donnant de la fonte, dont la nature est indiquée en tête de la colonne principale; la seconde donne le nombre des fourneaux en feu à la fin de 1825 et au commence-

ment de 1826; enfin, la troisième donne le produit annuel, en tonnes de 1015^k. Nous devons ajouter que nous n'avons aucune donnée sur la nature des produits de cinquante-deux hauts-fourneaux, lesquels se trouvent en Staffordshire, onze en pays de Galles, quatre en Shropshire, et trente disséminés dans le nord du pays de Galles, le Lancashire, le Cumberland, le Leicestershire, l'Irlande, etc. Leur produit annuel est de 54,691 tonnes.

COMTÉS.	FONTE d'affinage.			FONTE n° 2, pour affinage et moulage (1).			FONTE n° 2 pour affinage et n° 1 ^r . 2 ^e fusion (2).			FONTE n° 1 pour 2 ^e fusion.			FONTE n° 2, pour 1 ^{re} fusion.		
	Total des hauts-fourn.	En feu.	Produits.	Total des hauts-fourn.	En feu.	Produits.	Total des hauts-fourn.	En feu.	Produits.	Total des hauts-fourn.	En feu.	Produits.	Total des hauts-fourn.	En feu.	Produits.
Staffordshire...	20	19	43340	19	19	41074	4	3	6500	17	13	23650	14	11	24540
Derbyshire....	"	"	"	4	3	4500	"	"	"	"	"	"	15	12	14684
Yorkshire.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	34	22	35308(3)	"	"	"
Ecosse.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	35	17	29200	"	"	"
Galles méridionale.....	59	55	158520	"	"	"	19	17	49400	4	4	8320	2	2	3640
Galles septentrionale.....	12	11	26000	9	8	20500	"	"	"	20	16	34920(3)	4	2	2600(4)
Irlande.....	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	91	85	227860	32	30	66074	23	20	55900	100	72	131398	35	27	45464

(1) Ces 32 hauts-fourneaux donnent tantôt de la fonte pour moulage, principalement de 1^{re} fusion, suivant les demandes du commerce.

(2) Le travail de ces 23 hauts-fourneaux dépend aussi des demandes du commerce; la plus grande partie de la fonte fabriquée en pays de Galles est probablement affinée.

(3) Une portion de la fonte de l'Yorkshire est affinée et donne du fer de première qualité; il en est de même d'une petite portion de la fonte du Shropshire.

(4) Une portion de la fonte du Shropshire est affinée.

En rapprochant les nombres du tableau précédent, et admettant que la moitié de la fonte N^o. 2 de la deuxième colonne et les deux tiers de celle de la troisième soient affinés, on trouve que 298,163 tonnes de fonte sont affinées annuellement et sont le produit de cent treize hauts-fourneaux. Le produit moyen d'un haut-fourneau est donc de 2,638 tonnes ou environ cinquante-deux tonnes par semaine;

Que le produit annuel en fonte douce est de 150,031 tonnes provenant de soixante-dix-neuf hauts-fourneaux : le produit moyen d'un haut-fourneau, donnant de la fonte douce, est donc de 1,899 tonnes, ou environ trente-huit tonnes par semaine ;

Que le produit annuel en fonte de première fusion est de 78,501 tonnes, provenant de quarante hauts-fourneaux : le produit moyen d'un haut-fourneau donnant de la fonte de première fusion est donc de 1,963 tonnes, ou environ trente-neuf tonnes par semaine.

Si nous admettons que ces nombres puissent donner les rapports des quantités de fonte employées réellement pour l'affinage en première fusion et en deuxième fusion, et que la production totale annuelle de la fonte, dans la Grande-Bretagne, soit de 600,000 tonnes, nous aurons les résultats suivans :

Fonte affinée.	339,600
Fonte pour 2 ^e . fusion	170,900
Fonte de 1 ^{re} . fusion.	89,000
	<hr/>
	600,500

Le rapport de la quantité de fonte moulée à

la quantité de fonte affinée est peut-être un peu trop faible.

Nous ferons remarquer que ces nombres ne s'accordent pas complètement avec ceux qui ont été donnés par M. Héron de Villefosse dans son *Supplément au Mémoire sur les usines à fer en France*, publié en 1826, puisque nous trouvons dans la Grande-Bretagne soixante-neuf hauts-fourneaux de plus que M. de Villefosse, et un produit de 128,000 tonnes de moins. Nous croyons pouvoir donner le nombre trois cent soixante-quatorze comme représentant exactement celui des hauts-fourneaux d'Angleterre.

Enfin, M. le chevalier Masplet a publié, dans le numéro du mois de novembre du *Journal du génie civil*, une note sur les hauts-fourneaux d'Angleterre, qui nous paraît complètement inexacte : d'après cette note, le produit moyen d'un haut-fourneau serait d'environ soixante-dix tonnes par semaine. M. le chevalier Masplet estime que les sept dixièmes de la fonte fabriquée en Angleterre sont employés en moulage. Ce rapport nous paraît beaucoup trop considérable ; le pays de Galles produit, à lui seul, plus que le tiers de toute la fonte fabriquée dans les trois royaumes unis, et presque toute la fonte de ce pays est affinée.

FABRICATION DU COKE.

Le coke est fabriqué, en Angleterre, par deux procédés différens, savoir : à l'air libre et dans des fours.

1^o. Fabrication à l'air libre. Ce procédé est le

plus généralement suivi dans toute l'Angleterre, l'autre ne paraît être employé que dans la carbonisation de la houille menue.

Staffordshire

En Staffordshire, aux environs de Dudley, tout le coke est fabriqué à l'air. Le procédé consiste à élever, au milieu d'une aire, une petite cheminée en briques un peu conique et ayant un grand nombre de jours. Les briques sont placées de champ, ses jours sont plus grands au bas qu'à la partie supérieure. Cette cheminée (*fig. 1, Pl. VI*) a environ 4 pieds 6 pouces ($1^m,37$) de hauteur, et est surmontée d'une petite cheminée de tôle d'un pied ($0^m,305$) de hauteur (mesures anglaises). Le charbon à carboniser est disposé en tas coniques; on place les plus gros morceaux autour de la cheminée, et pour former la base du tas; ensuite on ne fait, pour ainsi dire, que jeter le charbon de manière à former un tas un peu plus haut que la cheminée de briques. On recouvre le tout de menue houille (*slack*), à l'exception de la partie inférieure, sur une hauteur d'environ un pied. On met le feu par la cheminée. A une certaine époque de l'opération, on achève de couvrir le tas avec de la houille menue; enfin, lorsque le coke est fini, on l'éteint avec de l'eau, qu'on verse en assez grande quantité, par des trous pratiqués dans la partie supérieure des tas.

Les dimensions des tas de calcination varient un peu; le plus souvent ils ont 14 à 16 pieds anglais ($4^m,27$ à $4^m,88$) de diamètre: dans ce cas, ils contiennent environ douze tonnes de houille. Du moment où on met le feu, l'opération dure sept jours, dont deux et demi à trois pour la cal-

cination; le refroidissement dure, par conséquent, environ quatre jours.

Il est difficile de voir où sont les difficultés de ce genre de fabrication, et cependant tous les ouvriers ne réussissent pas également. Une tonne de houille donne ordinairement quatre sacs de coke, ou 12 quintaux, ou 60 pour 100; mais quelquefois on ne retire réellement que 10 quintaux, ou 50 pour 100.

Dans le sud du pays de Galles, on suit les deux South-Wales. procédés dans la carbonisation de la houille. Le coke n'est pas fait avec le même soin que dans le Staffordshire, et on cherche maintenant à introduire le procédé suivi dans ce comté, dans les autres parties de l'Angleterre. Partout où on a fait des expériences à cet égard, on a reconnu l'avantage du procédé du Staffordshire.

Le procédé du sud du pays de Galles consiste à disposer la houille en tas d'une grande longueur, ayant 4 à 6 pieds ($1^m,22$ à $1^m,85$) de largeur, et $2\frac{1}{2}$ ou 3 ($0^m,76$ à $0^m,91$) de hauteur. Les gros morceaux de houille sont placés au milieu du tas, on recouvre quelquefois avec de la houille menue. Le feu est quelquefois mis en divers points du tas, mais le plus souvent on le met seulement à une extrémité.

A Pontypool et à Abergavanny, le coke est fabriqué à l'air. La houille de Pontypool présente quelques parties qui ressemblent beaucoup au charbon de bois. On cherche, dans la fabrication du coke, à conserver cette partie intacte; nous avons vu des cokes dans lesquels elle était en grande partie conservée. Nous ignorons comment, dans ce cas, on doit diriger le travail. L'opération dure cinq jours.

Aux environs de Merthyr-Titvill, le coke est principalement fait à l'air; on donne peu de soins à l'opération: on retire cependant une grande quantité de coke; mais cela tient à ce que la houille est assez sèche, donne peu de fumée et ressemble un peu à l'anhracite: voici quelques résultats.

Au Plymouth-Works, six tonnes de houille donnent cinq tonnes de coke, près de 83 pour 100; à Dowlay, 720 livres de houille donnent 450 à 500 livres de coke, près de 66 pour 100; à l'usine de Pen y Darran, l'opération ne dure que trois jours; l'augmentation de volume de la houille est considérable, trois tonnes de houille donnent douze barrows de coke, le barrow est de 17 pieds cubes, ce qui donne une augmentation d'un peu plus du quart du volume de la houille calcinée. Nous ne tenons ces nombres que des ouvriers, nous ne pouvons en garantir l'exactitude.

A Neath-Abbey, la carbonisation est plus rapide que partout ailleurs, elle ne dure que neuf heures; la houille ne donne pas tout à fait 60 pour 100 de coke.

Écosse.

On suit les deux procédés dans la fabrication du coke, aux environs de Glasgow. La majeure partie est faite en plein air. Autrefois on calcinait la houille en tas sans aucune précaution, aujourd'hui on commence à adopter avec avantage la méthode du Staffordshire: les tas contiennent dix-huit tonnes de houille; on les recouvre avec la houille menue mouillée. La carbonisation dure trois ou quatre jours, le refroidissement quatre ou cinq jours. La perte en poids est de 50 pour 100. Autrefois on perdait 60 et même

66 pour 100, l'opération durait cinq jours. On remarque d'assez grandes différences dans le coke d'un même tas. Les uns sont très denses et d'autres très légers: les premiers paraissent les plus abondans dans le petit nombre de tas que nous avons examinés.

On suit, dans l'Yorkshire, un procédé à peu près semblable à celui du sud du pays de Galles. Il consiste à arranger la houille en pyramide quadrangulaire tronquée très longue, de 5 à 6 pieds ($1^m,52$ à $1^m,83$) de largeur, et 2 pieds $\frac{1}{2}$ ($0^m,76$) de hauteur. On ménage de distance en distance, environ de 6 en 6 pieds, des cheminées verticales carrées de 8 à 9 pouces ($0,20^m$. à $0,225^m$.) de côté. Elles sont bâties avec les gros morceaux de houille. C'est par ces cheminées que l'on met le feu dans toute la longueur du tas. La perte sur la houille est d'environ 50 pour 100 en poids, ou peut-être un peu moindre.

On observe, en général, que le coke fait à l'air est plus léger que celui qui est fabriqué dans des fours.

2°. *Fabrication du coke dans des fours.* La forme de l'appareil employé dans cette fabrication varie peu dans les différens comtés que nous avons visités. C'est toujours un four circulaire, ou un peu alongé, recouvert d'une voûte surbaissée, surmontée d'une petite cheminée. À Abergavanny (Monmouthshire), on emploie le fourneau que les figures (2, 3, 4, 5) représentent, pour carboniser la houille menue. Ces fourneaux sont ovoïdes, à deux portes en face l'une de l'autre; les portes se meuvent dans une rainure au moyen d'une potence; elles sont en fonte,

Yorkshire.

South-Wales.

ainsi que la rainure. Chaque fourneau a deux petites cheminées qui correspondent à deux trous A, pratiqués dans la paroi latérale. La sole et la voûte de ces fourneaux sont en briques, l'extérieur est en pierres. Voici quelques unes de leurs dimensions : la longueur du fourneau ou de la sole est de 12 pieds anglais ($3^m,66$); la plus grande largeur est de 6 pieds ($1^m,83$). La largeur des portes est d'environ 3 pieds ($0,91$). La hauteur de la voûte, au milieu, est d'environ 5 pieds ($1,52$), elle est de 21 pouces ($0,53$) vers les portes. Les cheminées ont 3 pieds de hauteur à l'extérieur, par conséquent environ 7 pieds ($2^m,133$) en totalité; elles ont environ 9 pouces ($0^m,225$) de côté.

On charge le fourneau par le trou *b* à la partie supérieure, et par les portes. Pendant l'opération *b* est fermé avec une plaque de fonte. Nous ne connaissons ni la charge ni les produits de ce fourneau.

A Neath-Abbey (Glamorganshire), les fours sont à peu près semblables aux précédents, mais en général plus petits. La cheminée est au centre de la voûte, et n'a qu'un pied et demi de hauteur. La plupart n'ont qu'une porte; mais, dans ce cas, on pratique un trou à l'extrémité opposée pour déterminer un tirage et une carbonisation plus uniformes dans toute la masse. On carbonise ainsi la houille menue provenant des couches épaisses; on retire 60 pour 100 en coke: la perte n'est donc que de 40 pour 100; elle est quelquefois de 50 pour la même houille en morceaux, carbonisée à l'air libre. Le coke provenant des

fours est plus dense que celui qui vient du travail à l'air libre.

Près de Swansea, on fabrique du coke de la même manière : 5 tonnes de houille donnent 12 barrows de coke, le barrow pèse $4 \frac{1}{2}$ cw.; ce qui donne 2 tonnes 14 quintaux de coke pour 5 tonnes de houille ou 54 pour 100.

Dans les environs de Glasgow, on fabrique une petite portion de coke dans des fours circulaires à une seule porte. Le diamètre de ces fours est de 9 pieds anglais ($2^m,74$); au centre, la voûte a 6 pieds ($1^m,83$) de hauteur; elle est surmontée d'une cheminée de 2 pieds ($0^m,61$) de hauteur et d'environ 9 pouces à 1 pied ($0^m,225$ à $0^m,305$) de côté. On retire le coke toutes les vingt-quatre heures; la charge ordinaire d'un four est de 1 tonne $\frac{1}{2}$ de houille; elle s'élève d'environ 2 pieds $\frac{1}{2}$ ($0^m,76$) dans le four. Sa perte est de 50 à 60 pour 100.

Le samedi, on charge deux tonnes dans un four, et on ne retire le coke que le lundi suivant.

A l'usine de Lemington, qui est la seule des environs de New-Castle-sur-Tyne, tout le coke est fabriqué dans des fours. Ces fours sont assez petits, ronds et voûtés : la voûte est percée d'un trou de 8 à 9 pouces de diamètre; ce trou n'est pas surmonté d'une cheminée. Ces fours n'ont qu'une porte pour le chargement et le déchargement. On carbonise 53 quintaux ($2689^k,75$) de houille ou un chaldron par opération, laquelle dure quarante-huit heures. On retire 33 quintaux de coke; la perte est donc de 20 quintaux, environ 39 pour 100. Ce coke est partagé en deux par-

Ecosse.

Northumber-
land.

ties, au moyen d'une grille inclinée, dont les barreaux ont environ 5 lignes ($0^m,01585$) de côté, et les jours 7 lignes à 1 pouce ($0^m,02219$ à $0^m,0254$). Le petit coke, qui passe à travers la grille, est employé à griller le minéral, le gros sert à fondre le minéral dans les hauts-fourneaux. On n'a pas pu nous dire le rapport qui existe entre les quantités de ces deux espèces de coke.

Yorkshire.

Dans les environs de Bradford, on fabrique du coke par le même procédé qu'à New-Castle. Les fours sont un peu plus petits; on ne charge guère plus d'une tonne à la fois. La perte en poids est de 40 pour 100. Les cokes fabriqués à l'air ou dans les fours paraissent à peu près de même qualité; à l'air, la perte est de 50 pour 100.

Il serait difficile de décider lequel des deux procédés de carbonisation de la houille est le meilleur: on n'a point assez de données pour les comparer, parce que l'un d'eux est trop peu pratiqué. Il l'est seulement dans la carbonisation de la houille menue. La perte paraît être moindre dans les fours que dans le travail à l'air libre; mais les fours exigent un espace beaucoup plus vaste, plus de main-d'œuvre et plus de dépenses. Enfin, le coke fait à l'air passe pour mieux convenir aux hauts-fourneaux que le coke fabriqué dans les fours.

Grillage des minerais de fer.

Le fer carbonaté lithoïde est à peu près le seul minéral de fer fondu en Angleterre: il a toujours besoin de subir un grillage ou plutôt une calcination avant d'être versé dans le haut-fourneau.

Cette opération se fait encore de deux manières, à l'air libre ou dans des fours particuliers.

1°. *Grillage en tas ou à l'air libre.* L'opération est des plus simples; elle est pratiquée dans le Staffordshire, dans quelques usines du sud du pays de Galles et en Ecosse. Elle consiste à jeter le minéral en morceaux sur un lit de grosse houille d'environ un pied d'épaisseur. A mesure qu'on jette le minéral, on ajoute de temps en temps une petite quantité de houille menue: on élève ainsi un tas d'une grande longueur, de 8 ou 10 pieds de hauteur et d'une largeur variable, 10, 12 ou 15 pieds. On met le feu à une extrémité du tas, et le plus souvent l'opération paraît abandonnée à elle-même, on n'en prend aucun soin.

2°. *Grillage dans des fours.* Ce procédé passe pour beaucoup plus économique que le précédent; mais nous n'avons pas d'évaluation exacte de cette économie. Par ce procédé, on ne brûle, pour ainsi dire, que de la houille menue ou du coke menu.

South-wales.

La forme intérieure des fourneaux de grillage est le plus souvent un cône ou une pyramide rectangulaire renversée.

Les figures 6 et 7 représentent un fourneau employé à Dowlais; deux de ses faces sont verticales. Les principales dimensions sont: $ab = 1$ pied 9 pouces $= 0^m,53$; $BB = 12$ pieds 4 pouces $= 3^m,755$; $af = 6$ pieds 8 pouces $= 2^m,028$; $cd = 1$ pied 10 pouces $= 0^m,555$; $AB = 9$ pieds 7 pouces $= 2^m,91$.

M est un petit mur en briques qui a seulement un pied 4 pouces de hauteur, et qui sépare les deux portes N de déchargement. On arrive à ces portes

sous une voûte Z : la partie XY du fourneau est soutenue par une plaque de fonte percée de trous o, destinés à donner de l'air. Souvent les fourneaux se déchargent des deux côtés.

Les fourneaux, ayant la forme d'un tronc de cône ovale renversé, sont plus employés et plus estimés que ceux de la forme précédente. Voici les principales dimensions d'un de ces fourneaux employé à Pentypool ; il alimente, à lui seul, un haut-fourneau donnant environ soixante tonnes de fonte par semaine. A la partie supérieure, le grand diamètre de l'ovale est de 20 pieds ($6^m,10$) ; le petit est de 10 pieds ($3^m,05$). A la base, le petit diamètre est de 3 pieds ($0^m,91$) ; il est aussi formé d'une partie droite et d'une partie inclinée ; la partie correspondante à $ab = 10$ pieds $= 5^m,03$; $BB = 16$ pieds $= 4^m,87$; $cd = 3$ pieds $= 0^m,91$ (1).

L'opération est simple et facile à conduire. Pour mettre le fourneau en feu, on charge d'a-

(1) On emploie aussi fort généralement le fourneau qui est représenté Pl. VI, *fig.* 8, 9, 10 et 11.

La *fig.* 8 représente une élévation dans les faces des embrasures.

La *fig.* 11 est le plan, pris au dessus de la plate-forme supérieure.

La *fig.* 9 une coupe longitudinale suivant AB, et la *fig.* 10 une coupe transversale suivant CD.

Plusieurs de ces fourneaux sont accolés à la suite les uns des autres ; les murs de séparation b sont en briques réfractaires. Chaque fourneau présente deux aires dd , revêtues de plaques de fer, et répondant chacune à une porte de déchargement e ; enfin h et g sont des barres de fer servant de renfort au dessus des embrasures et de soutiens pour ces plaques de fer k .

bord un peu de grosse houille, et par dessus une certaine quantité de minéral ; on ne doit pas remplir de suite le fourneau. Lorsque le feu commence à arriver à la partie supérieure du minéral, on fait un lit de houille menue, et par dessus un lit de minéral mélangé d'une petite quantité de houille menue, qui achève de remplir le fourneau. La partie inférieure s'étant refroidie, on la tire par le bas du fourneau, absolument comme cela se pratique dans la fabrication de la chaux. Ensuite on charge de nouveau le fourneau, et l'opération se continue indéfiniment.

Le plus souvent, dans le pays de Galles, les hauts-fourneaux sont adossés à des collines, et les fourneaux de grillage sont bâtis sur des terrasses, à la hauteur du gueulard des hauts-fourneaux. On règle l'opération du grillage de manière à ne tirer le minéral grillé qu'à mesure que le travail du haut-fourneau l'exige.

Dans cette opération, une petite portion du minéral tombe en poudre ; on le passe au tamis, et la poussière est employée comme sable dans la fabrication du mortier.

A New-Castle-sur-Tyne, on emploie des fours de grillage à peu près semblables aux précédens : on brûle du coke menu.

A Bradford, on emploie un four rectangulaire d'environ 25 pieds ($7^m,62$) de profondeur, 14 pieds ($4^m,27$) de longueur, et 5 pieds ($1^m,52$) de largeur à la partie supérieure. Vers le milieu, il prend la forme d'une pyramide tronquée, en sorte qu'à la base il n'a que 20 pouces ($0^m,505$) de largeur. On brûle du coke menu. A une autre usine des environs de Bradford, les fours de grillage appro-

chent d'avoir la forme des hauts-fourneaux; ils ont 15 à 16 pieds ($4^m,57$ à $4^m,87$) de hauteur, 7 pieds ($2^m,13$) au gueulard, et 10 pieds ($3^m,05$) au ventet.

Les dimensions des fours de grillage sont très variables dans les différens pays et dans une même usine.

ANALYSES DE SUBSTANCES MINÉRALES.

(EXTRAITS DE JOURNAUX.)

- I. *Notice sur la PESANTEUR SPÉCIFIQUE des corps comme caractère minéralogique; par M. F. S. Beudant. (An. de Ch., t. 38, p. 398.)*

Lorsqu'on fait attention que la pesanteur spécifique tient de très près à la nature des corps, on est conduit à la regarder comme un caractère important pour la détermination des espèces minérales: il est donc d'un grand intérêt de connaître cette pesanteur pour chaque espèce avec la plus grande précision possible. Il est évident que ce caractère doit varier avec les mélanges; mais de plus j'ai constaté, par un grand nombre d'expériences, que la pesanteur spécifique d'une même espèce très pure varie très sensiblement avec l'état d'agrégation; elle atteint son maximum dans les petits cristaux et elle est à son minimum dans les variétés à structure entrelacée: ainsi j'ai trouvé que la pesanteur spécifique varie

de $2,7234$ à $2,5239$ pour le spath d'Islande,
de $2,9467$ à $2,7647$ pour l'aragonite,
de $3,5907$ à $3,5673$ pour la malachite,
de $6,7293$ à $6,7102$ pour le carbonate de plomb,
de $2,3257$ à $2,3121$ pour le gypse,
de $3,9593$ à $3,9297$ pour le sulfate de strontiane,
de $7,7593$ à $7,7487$ pour la galène pure,
et de $2,6541$ à $2,6413$ pour le quartz pur.

Dans toutes les substances, ce sont les petits cristaux qui présentent la plus grande pesanteur spécifique, d'où il suit que ce sont eux qui ont

dans leur masse le plus d'homogénéité et aussi que les gros cristaux ont dans leur intérieur des vides plus ou moins considérables.

Lorsque, dans chaque substance, on vient à prendre la différence entre la pesanteur des variétés lamellaires, etc., et des petits cristaux, et comparer ensuite toutes les substances entre elles sous ce rapport, on trouve que les variations sont sensiblement de même valeur dans toutes les substances : la structure lamellaire diminue la pesanteur spécifique de 0,0173; la structure fibreuse à fibres parallèles, d'environ 0,0177; la structure à fibres divergentes, de 0,0186; et enfin la structure à fibres entrelacées de 0,0312.

Les plus faibles pesanteurs spécifiques paraissent avoir lieu dans les variétés épigènes des diverses substances.

Mais toutes les variétés d'une même substance présentent le même poids spécifique lorsqu'on a détruit leur agrégation en les réduisant en poudre. Il est clair d'après cela que si l'on veut faire de la pesanteur spécifique un caractère comparable, c'est le poids spécifique absolu qu'il faut prendre, et non le poids relatif au volume extérieur que présente la matière, comme on l'a fait jusqu'ici. Je dois cependant faire observer que la pesanteur spécifique des poussières est toujours un peu plus faible que celle des petits cristaux, ce qui tient probablement à ce qu'on produit quelques fissures dans les particules en brisant le corps.

D'après mes expériences, je crois pouvoir fixer les pesanteurs spécifiques comparables aux nombres suivans pour les huit substances que j'ai examinées.

Carbonate de chaux..	2,7231	Gypse.....	2,3316
Aragonite.	2,9466	Sulfat. de stront.	2,9592
Malachite.	3,5904	Galène.....	7,7592
Carbonate de plomb.	6,7290	Quarz.....	2,6540

2. *Recherches sur la MANIÈRE DE DISCUTER LES ANALYSES CHIMIQUES pour parvenir à discerner exactement la composition des minéraux*; par M. F. S. Beudant. (Mém. de l'Acad., t. 8, p. 221.)

Ce qu'il y a de plus important aujourd'hui, dans la minéralogie, est bien certainement l'interprétation des analyses chimiques, qui déterminent la composition des diverses substances minérales, c'est à dire la détermination numérique des diverses espèces qui peuvent se trouver mélangées. Dans presque tous les calculs qui ont été faits jusqu'à présent, on s'est vu forcé de laisser à nu quelques principes, particulièrement de la silice, que l'on a supposé être en excès. J'ai voulu vérifier, en faisant des expériences sur les sels tant par voie humide que par voie sèche, si cette supposition pouvait être admise, et j'ai trouvé au contraire qu'elle est toujours erronée. Quand on fait cristalliser un mélange salin dans lequel il y a un certain excès d'acide, il se produit des sels à différens degrés de saturation, qui peuvent se mélanger intimement; quand on fait fondre un mélange de bases et de silice propre à faire un silicate défini, et qu'on y ajoute un petit excès de silice, on n'obtient pas le silicate défini qui se serait formé sans l'addition de l'excès de silice; mais à la place de ce corps il s'en fait deux nettement séparés dans le creuset, entre lesquels les élémens se partagent de manière que dans

chacun d'eux ils sont en proportion définie (1).

Les silicates naturels sont constitués comme les sels obtenus par voie humide : ce sont des mélanges de silicate à divers degrés de saturation, et l'on parvient à déterminer ce mélange par le calcul, en ayant égard aux caractères du minéral et surtout en analysant toutes les substances qui l'accompagnent, et en prenant en considération la composition de ces substances.

On peut employer deux méthodes de calcul : dans l'une, on part des quantités pondérables fournies par l'analyse, et on combine entre eux tels ou tels principes, ou des portions de ces principes, proportionnellement à telle ou telle formule théorique de composition exprimée en

(1) J'ai fait un nombre infini d'expériences sur la fusibilité des silicates et sur la reproduction des espèces minérales par voie sèche, je n'ai jamais obtenu le résultat qu'annonce M. Beudant; mais dans tous les cas, j'ai eu des composés parfaitement homogènes; c'est aussi ce que l'on observe dans tous les travaux métallurgiques: d'où j'ai conclu qu'à la température de la fusion la silice se combine en toute proportion avec les bases. Dans la plupart des cas, l'homogénéité est même telle que la transparence est parfaite. Rien n'empêche, d'ailleurs, de regarder ces composés comme résultant de l'union, en proportions non définies, d'autres composés dont les éléments sont au contraire combinés entre eux en proportions définies.

Les choses se sont passées tout autrement lors de la fusion et de la consolidation des matières qui ont produit les roches primitives, puisque celles-ci présentent un mélange distinct de minéraux très divers et renferment un très grand excès de silice isolée à l'état de quartz: on doit en conclure que la production de ces roches a été accompagnée de circonstances particulières qui ne nous sont pas connues.

P. B.

pois. Dans l'autre, on part des nombres atomiques relatifs fournis par les quantités pondérables des différens principes, ou bien s'il s'agit de corps oxigénés, des quantités relatives d'oxigène fournies par les quantités pondérables des différens oxides, et on combine des portions de ces nombres relatifs à tels principes avec des portions des nombres relatifs à tel ou tel autre, proportionnellement à une formule déterminée exprimée par signes. On repasse ensuite de ces portions de nombres atomiques, ou de ces portions d'oxigène, aux quantités relatives de matières correspondantes. Dans cette seconde manière, il n'est pas nécessaire d'établir préalablement les compositions numériques des corps que l'on soupçonne être mélangés; il suffit d'en tracer le signe, ce qui est un avantage immense pour éviter des calculs avant de savoir si cette supposition satisfait ou ne satisfait pas à l'analyse.

C'est d'après ces considérations que la composition des minéraux cités dans les articles 19, 25, 27, 28, 31, 34 et 35, a été calculée.

J'ai supposé les minéraux élémentaires composés comme il suit :

Zoisite.		Thallite.	
Silice.....	0,4240	Silice.....	0,3996
Alumine.....	0,3145	Alumine....	0,2964
Chaux.....	0,2615	Bi oxide de fer.	0,3040
$4 \ddot{A} \ddot{S}i + Ca^3 \ddot{S}i^2$		$4 \ddot{A} \ddot{S}i + f^3 \ddot{S}i^2$	
Epidotte. . .	$4 \ddot{A} \ddot{S}i + Ca$	$\left. \begin{array}{l} 3... \\ Fe \end{array} \right\} \ddot{S}i^2$	
Amphibole..	$Ca \ddot{S}i^2 + M$	$\left. \begin{array}{l} 3...4 \\ f \\ etc. \end{array} \right\} \ddot{S}i$	

Grenat almandin.	Grenat manganésien.
Silice..... 0,3707	Silice. 0,3649
Alumine..... 0,2063	Alumine. 0,2030
Bi-oxide de fer... 0,4230	Oxide de manganèse. 0,4321
$2 \ddot{A} \ddot{Si} + fe^3 \ddot{S}^2$	$2 \ddot{A} \ddot{S} + M^3 \ddot{Si}^2$
Wernérite... $6 \ddot{A} \ddot{Si} + \ddot{Ca}^2$	etc. } Si^2
Disthène. . . $\ddot{A}^2 \ddot{Si}^3$.	

3. NAPHTALINE résineuse prismatique; par M. Koenlein. (Bul. de M. de Férussac, t. 14, p. 421.)

Cette substance a été trouvée à Uznach, dans une couche de combustible de deux à six pieds d'épaisseur, appartenant à une formation très récente, puisqu'elle contient des végétaux dont les analogues existent aujourd'hui. Le minéral se rencontre dans les fentes du bois bitumineux; il est cristallisé. Sa forme primitive est un octaèdre irrégulier. Il est susceptible de clivage dans quelques directions, dans d'autres sens sa cassure est conchoïde; il a l'éclat gras ou diamantaire; il est transparent, blanc, vert ou jaunâtre. Sa pesanteur spécifique est un peu supérieure à celle de l'eau. Il est très fusible et cristallise par le refroidissement; il s'enflamme facilement et brûle avec flamme intense et fumée; il a beaucoup d'analogie avec la substance obtenue par Brandt par la distillation du goudron de la houille, et qui est connue aujourd'hui sous le nom de *naphthaline*.

4. Observations sur le SUCCIN; par M. J. Berzelius. (Ar. de Pog., 1828.)

On sait que le succin se trouve le plus ordinairement dans la houille brune, et qu'on l'a

observé dans un tronc d'arbre gisant dans une masse de houille brune. Il ne reste plus aucun doute que cette résine fossile n'ait été originellement un produit végétal. Les corps nombreux qu'on y trouve renfermés, comme, par exemple, des araignées, des ailes de toutes sortes d'insectes, une corolle entièrement épanouie qu'on voit dans la collection de l'Académie d'Upsal, des empreintes d'écorces et de branches qui ne sont point rares, prouvent suffisamment que le succin, de même que la résine commune, a coulé d'abord à l'état de baume, et que plus tard il s'est endurci sous forme de résine. Les observations suivantes, s'il en était besoin, donneraient une nouvelle preuve de l'origine du succin.

Cette résine contient au moins cinq substances différentes: 1°. une huile odoriférante en petite quantité; 2°. une résine jaune intimement combinée avec cette huile, qui se dissout facilement dans l'alcool, l'éther et les alcalis, qui est très fusible, et qui ressemble aux résines communes non fossiles; 3°. une résine difficilement soluble dans l'alcool froid, mieux dans l'alcool bouillant, duquel elle se sépare par le refroidissement sous la forme d'une poudre blanche, et qui se dissout dans l'éther et dans les alcalis. Ces deux résines et l'huile volatile, telles que l'éther les extrait du succin, forment, après l'évaporation de ce liquide sur l'eau, un baume naturel visqueux, très odorant et d'un jaune clair, qui se durcit ensuite en conservant une partie de son odeur. On a tout lieu de conjecturer que ce corps est précisément ce qu'a été le succin à son origine, mais maintenant peut-être plus pauvre en huile essentielle qu'alors, et que les parties inso-

lubles du succin se sont formées avec le temps par l'altération de ce baume, et en ont enveloppé une partie qui par là a été défendue de toute décomposition ultérieure. La quatrième substance contenue dans le succin est l'acide succinique, qui est dissous avec le baume par l'éther, l'alcool et les alcalis. La cinquième substance est insoluble dans l'alcool, l'éther et les alcalis, et a quelques rapports avec la matière que John a trouvée dans la gomme-laque, et qu'il a désignée par le nom de principe de la laque (*lackstoff*), lequel se forme en plus grande quantité lorsqu'on précipite et qu'on blanchit par le chlore la dissolution de cette résine dans un alcali.

5. *Analyse d'une* POUSSIÈRE tombée le 14 mars 1813, à Idria en Carniole; par M. Vauquelin. (An. de Ch., t. 39, p. 438.)

M. de Gallois, ingénieur en chef des mines, qui a recueilli cette poussière sur les lieux, rapporte que « sur les quatre heures après midi, il vit tomber de la neige avec abondance, et le blanc éclatant qui couvrait les montagnes environnantes prendre une teinte rougeâtre; qu'au bout de quelques heures, la neige qui tombait reprit sa couleur ordinaire, et que quelques jours après on remarquait dans les coupures de la neige une bande de 1 à 2 pouces d'épaisseur d'un rouge briqueté. » Il fit fondre de cette neige et recueillit la poudre qui resta au fond du vase.

Cette poudre est d'un jaune rougeâtre et d'une finesse extrême; cependant, à l'aide d'une loupe, on y aperçoit quelques petites lames blanches qui ont l'apparence du mica. L'eau bouillante en

sépare une matière végétale jaunâtre gommeuse; par calcination en vase clos, elle devient noire et perd 0,20 de son poids; elle est en partie attaquable par l'acide muriatique; elle contient:

Silice.	0,3675	} 1,0000.
Alumine.	0,1175	
Chaux carbonatée.	0,1750	
Oxide de fer.	0,0025	
Oxide de titane.	0,0675	
Matière organique.	0,2400	

Ce qu'il y a de plus remarquable dans la composition de cette poudre, c'est la présence d'une quantité notable de titane, métal pourtant assez rare à la surface de la terre.

6. *Note sur le* SOUFRE trouvé à Malvezy, près Narbonne, dans la formation d'eau douce gypseuse; par M. Tournal fils. (J. de Phar., 1828, p. 500.)

En creusant un puits à Malvezy, dans l'année 1825, on a trouvé du soufre en rognons, d'un jaune clair, léger, très tendre, à cassure esquilleuse, happant légèrement à la langue et prenant un beau poli par le frottement. Ce soufre a pour gangue une argile durcie, fissile, bleuâtre, renfermant quelques traces de bitume. Le soufre renferme lui-même 0,10 de bitume et de carbonate de chaux; je n'ai pas aperçu de soufre dans la carrière de Malvezy; mais j'ai remarqué que le gypse marneux que l'on en retire a une odeur très prononcée d'hydrogène sulfuré, et que par son contact avec l'air, il se recouvre d'une efflorescence de sulfate de soude; les deux bancs de marne bleue à fragmens polyédri-

ques qui traversent la carrière sont entièrement pénétrés de sulfate de fer.

Le soufre de Malvezy se trouve au dessous du dépôt gypseux ; l'argile endurcie qui lui sert de gangue se lie avec le gypse, et fait ainsi partie du système inférieur du second terrain d'eau douce. A la Plâtrière anciennement exploitée au près de Vidilharn, on trouve du soufre disséminé dans le gypse en grains pilaires, et ayant les mêmes caractères que celui de Malvezy.

L'état particulier de ce soufre fait voir qu'il est le résultat d'un dépôt formé par la décomposition de quelque eau minérale sulfureuse. Je crois être certain que cette mine de soufre repose sur le premier terrain d'eau douce (lignite et argile plastique).

7. *Sur la présence de l'ACIDE SULFURIQUE LIBRE dans les vapeurs qui s'exhalent des eaux minérales d'Aix, en Savoie; par M. Francoeur. (J. de Phar., 1828, p. 340.)*

Il y a deux sources d'eaux chaudes à Aix, qui viennent sourdir en deux lieux distans l'un de l'autre de 45 toises.

L'eau d'alun est la plus superficielle, puisqu'on peut la suivre sous terre plus de deux cents pas. Sa température est de 46 à 47° centigr. L'eau de soufre ne marque que 44 à 45°. Ces températures varient d'ailleurs avec les saisons, mais conservent la même différence. La source de l'eau de soufre produit :

20 litres par seconde,
1,200 litres par minute,
72,000 litres par heure,
1,728,000 litres par vingt-quatre heures.

Le docteur Bonvoisin a trouvé dans l'eau de ces deux sources :

	Eau d'alun.	Eau de soufre.
Sulfate de soude . .	0,000020	— 0,000035
Sulf. de magnésie. .	0,000023	— 0,000074
Sulfate de chaux. . .	0,000073	— 0,000043
Muriate de magnés.	0,000016	— 0,000016
Carbonat. de chaux.	0,000124	— 0,000118
Carbonate de fer . .	0,000008	— 0,000004
Muriate de chaux. .	0,000047	—
	0,000311	0,000290

Elles contiennent en outre un peu de matière extractive et des gaz, qu'on estime former environ le tiers du volume. Ces gaz sont de l'acide carbonique, de l'azote et de l'hydrogène sulfuré ; ce dernier est beaucoup plus abondant dans l'eau de soufre que dans l'eau d'alun ; on le voit se dégager en une foule de petites bulles lorsqu'on reçoit l'eau dans un verre et qu'on la regarde à travers les parois.

Le docteur Bonvoisin a affirmé que l'eau d'alun contenait de l'acide sulfurique libre. M. Gimbernat, M. Murray et M. Michelotte ont reconnu la présence de l'acide sulfurique libre dans les vapeurs. Cette année, je me suis attaché aux preuves assignées pour reconnaître l'existence de cet acide, et voici ce qui me paraît l'attester incontestablement.

1°. Les grottes, chambres fermées, corridors, etc., où les vapeurs pénètrent, ont leurs murailles corrodées et recouvertes de cristaux de sulfate acide de chaux. 2°. Tous les objets en fer sont non seulement corrodés par l'oxidation ; mais on y a reconnu le fer, la chaux, etc., à l'état de sulfate dans beaucoup de circonstances.

3^o. Des tuyaux de toile à travers lesquels on fait passer les vapeurs sont promptement rongés et les lambeaux se trouvent imprégnés d'acide sulfurique.

On ne peut pas admettre l'existence de l'acide sulfurique dans l'eau même. Il faut donc qu'il se forme par voie de décomposition au contact des murs, fer, etc., et puisque la vapeur ne contient que de l'hydrogène, de l'azote, du soufre et de l'acide carbonique, il faut bien reconnaître que, par la présence de l'air atmosphérique, le soufre est abandonné à l'oxygène pour former peut-être du gaz sulfureux, mais certainement de l'acide sulfurique.

M. Gimbernat et M. Murray pensent que le gaz qui se dégage de l'eau est un composé d'acide carbonique et de soufre dissous dans l'azote, et que, par le contact de l'air, ce gaz est décomposé, et qu'il en résulte d'une part de l'azote et de l'acide carbonique, et de l'autre du soufre, qui se précipite, et de l'acide sulfurique libre.

8. *Sur la production du SULFATE DE MAGNÉSIE dans les eaux minérales*; par M. C. - G. Gmelin. (Naturwissenschaftliche abhandlungen, 1828, p. 99.)

La nature de l'eau des diverses sources de la Souabe dépend de la nature des roches que traversent ces sources.

Les eaux qui sortent du calcaire jurassique et du calcaire à gryphites sont très chargées d'acide carbonique et tiennent en dissolution du carbonate de chaux et une trace de sulfate et de muriate. Le carbonate de chaux provient des

roches mêmes et est dissous par le gaz carbonique qui se dégage de l'intérieur de la terre.

Les eaux qui proviennent de la marne schisto-bitumineuse placée au dessous du calcaire à gryphites contiennent de l'hydrogène sulfuré, du sulfate et du carbonate de soude, peu de magnésie et peu d'acide carbonique. Or on sait que ces marnes renferment une matière alcaline, des pyrites et des bitumes dont la réaction peut produire les principes contenus dans l'eau.

On trouve dans les eaux qui traversent le muschelkalk et le zechstein beaucoup d'acide carbonique et de carbonate de chaux, du carbonate de magnésie, du sulfate de potasse et de soude, du carbonate de protoxide de fer, etc. Je citerai pour exemple l'eau de Niedernau que j'ai analysée en 1826 et 1827, j'y ai trouvé :

Carbonate de chaux.	0,0009694	—	0,0009011
Carbonate de magnésie.	0,0001124	—	0,0001014
Carbonate de fer.	0,0000108	—	0,0000186
Carbonate de manganèse.	0,0000014	—	0,0000086
Sulfate de magnésie.	0,0001540	—	0,0001743
Sulfate de potasse.	0,0001334	—	0,0001414
Sulfate de soude.	0,0000366	—	0,0000254
Chlorure de magnésium.	0,0000762	—	0,0000643
Silice.	0,0000160	—	0,0000154
Substance bitumineuse.	trace.	—	0,0000034
			0,0015102
			0,0014519

La densité de cette eau est de 1,0016 à 18^o,75 cent., et elle renferme 1,214 son volume d'acide carbonique.

Le calcaire ancien de la Souabe est très riche en carbonate de magnésie : toutes les sommités sont occupées par une dolomie blanche, pénétrée de petites cavités tapissées de cristaux : sur les flancs des montagnes, on voit souvent un

autre calcaire gris de fumée, compacte, sans cavités, à textures visiblement cristallines, qui contient moins de magnésie que la dolomie proprement dite; enfin il y a dans les environs de Niedernau un calcaire feuilleté gris bleuâtre, qui renferme quelquefois plus de 0,10 de carbonate de magnésie. Cette formation est donc riche en carbonate de magnésie; on sait d'ailleurs qu'elle contient beaucoup de sulfate de chaux: or, j'ai reconnu que la réaction de ces deux sels peut produire du carbonate de chaux et du sulfate de magnésie. En effet, lorsque l'on évapore à sec une dissolution de sulfate de chaux sur du carbonate de magnésie et qu'on reprend par l'eau, on trouve que la liqueur contient beaucoup de sulfate de magnésie, et que la partie insoluble est du carbonate de chaux presque pur. Quand on fait bouillir une eau minérale acidule jusqu'à ce que tout le gaz acide carbonique soit dégagé, il se dépose du carbonate de chaux et un peu de carbonate de magnésie, et il reste dans la dissolution une certaine quantité de ce carbonate et du sulfate de chaux; mais si l'on évapore immédiatement jusqu'à siccité, et que l'on reprenne par l'eau, celle-ci dissout du sulfate de magnésie et point de sulfate de chaux, et le résidu se compose presque uniquement de carbonate de chaux.

9. *Composition de deux SOURCES MINÉRALES situées dans l'Inde, près de Pinnarkoon et de Loorgootha*; par M. Turner. (Thé Edim. jour. of sc., n^o. 17.)

La source de Pinnarkoon marque 46°,7 cent., celle de Loorgootha a une température qui varie de 71°,1 à 85°,5 cent.

Les produits solides que laisse l'eau de ces deux sources quand on la soumet à l'évaporation sont composés l'un et l'autre de :

Silice	0,21500	} 0,99528.
Chlorure de sodium	0,19118	
Sulfate de soude	0,19333	
Carbonate de soude	0,19109	
Soude pure	0,04924	
Eau et peu de mat. organ.	0,15544	
Oxide de fer et chaux	traces.	

10. *Recherches sur les EAUX MINÉRALES de la Bourboule*; par M. Lecoq. (An. sci. de l'Auvergne, 1828, p. 258.)

La Bourboule est un hameau dépendant de la commune de Murat-le-Quaire, département du Puy-de-Dôme, éloignée de Clermont-Ferrand d'environ 12 lieues de poste, et à une lieue des bains du Mont-Dore. La vallée où se trouve le hameau de la Bourboule est la même que celle où est situé le village des bains du Mont-Dore; son élévation est de 848 mètres au dessus du niveau de la mer. Sa constitution géologique est celle de la plus grande partie de l'Auvergne; des produits volcaniques de toute nature reposent immédiatement sur le granite, qui se montre au jour, au sud de la vallée et à la Bourboule même; il constitue la montagne la plus voisine de l'établissement thermal. Il est recouvert sur plusieurs points par un trachyte tantôt compacte, tantôt ponceux. La plupart des montagnes situées du même côté présentent la même structure. Celles qui bordent la grande route du Mont-Dore, et qui, par conséquent, sont opposées aux précédentes, sont couvertes de plateaux basaltiques, qui reposent tantôt sur le granite, comme à Murat-le-Quaire, tantôt sur les tufs ponceux,

comme au ravin de l'Eau-Salée. Ces diverses formations sont recouvertes, dans la vallée seulement, par une couche de cailloux roulés, presque tous d'origine volcanique, et qui, sur certains points, servent eux-mêmes de lits à des couches de tourbe de plusieurs pieds d'épaisseur. C'est dans le fond de la vallée, au pied d'une montagne et à 848 mètres d'élévation absolue, que sourdent les eaux minérales. Les unes, et ce sont les plus élevées, sortent immédiatement du granite; les autres s'échappent des tufs ponceux qui lui sont adossés. Les sources sont au nombre de six, savoir : celles du *Grand-Bain*, du *Bagnassou*, la *Fontaine des fièvres*, les sources de la *Rotonde*, au nombre de deux, et la *source du Jardin*. Elles donnent de 5 à 10 litres d'eau par minute. Leur température n'est pas toujours la même, excepté cependant celle du *Grand-Bain* et du *Bagnassou*. Les autres varient un peu selon les saisons, ce qui paraît dû au plus ou moins d'épaisseur des dépôts ponceux qu'elles traversent après leur sortie du granite. La plus chaude, ou le *Grand-Bain*, donne 52 degrés centigr., et la plus froide, qui est une de celles de la *Rotonde*, en donne seulement 12.

L'eau du *Grand-Bain*, qui paraît limpide dans un vase, et louche au contraire quand elle est en grande masse, a une légère odeur fade, une saveur d'abord acide et ensuite salée, est onctueuse au toucher, ce qu'elle doit à une matière grasse particulière qui la surnage, dégage une assez grande quantité d'acide carbonique pur, et laisse déposer sur les parois des baignoires une assez forte proportion de carbonate de fer. Elle pèse 1,008. L'eau de la *Source des fièvres* est limpide, transparente, même en grande masse,

n'a pas sensiblement d'odeur, quoiqu'en entrant dans le bâtiment qui l'abrite on sente une légère odeur d'hydrogène sulfuré : sa saveur est très acide, puis salée, et paraît plus forte que celle du *Grand-Bain*; ce qui tient probablement à l'absence de la matière organique. Elle laisse dégager beaucoup d'acide carbonique et dépose du carbonate de fer, comme la précédente; sa densité est de 1,005; sa température moyenne est de 31 $\frac{1}{2}$ centigr.; elle paraît varier un peu suivant les saisons. Je n'ai analysé que l'eau de ces deux sources, ayant trouvé, par des essais préliminaires, que celle du *Bagnassou* est analogue à celle du *Grand-Bain*, et que les trois autres sources n'offrent aucune différence chimique avec la *Source des fièvres*. Voici les résultats sur 1000 grammes d'eau.

	Eau du Grand-Bain.	Source des fièvres.
	lit.	lit.
Acide carbonique libre.	1,9092 ou 0,96	2,8230 ou 1,47
Azote	0,0755 ou 0,06	»
Résidu salin sec.	5,9965	5,7632
qui contient :		
Hydrochlorate de soude.	3,9662	2,7914
Carbonate de soude.	1,3776	0,9582
Sulfate de soude.	0,2556	1,7766
Carbonate } de magnésie. 0,1889		0,0416
} de chaux. 0,0112		0,0139
Silice.	0,0667	0,1121
Alumine.	0,0435	0,0278
Carbonate de fer.	des traces.	des traces.
Mat. organique soluble, unie à une petite portion de soude.	des traces.	»
Mat. animale insoluble.	des traces.	»
Hydrosulfate de soude.	des traces.	des traces.
Perte	0,0863	0,0416
	5,9965	5,7632

Mais comme il y avait une petite quantité d'acide hydrochlorique en sus de celle qui était nécessaire pour saturer la soude, et qui a été comptée dans la perte, il est probable que la chaux et la magnésie existent dans ces eaux, à l'état d'hydrochlorates, tandis que la soude et l'oxide de fer y sont à l'état de bicarbonates.

11. *Analyse des CENDRES de quatre sortes de PRÊLES*; par M. H. Braconnot. (An. de Ch., t. 39, p. 5.)

NOMS des PRÊLES.	Cendres fournies par 100 de plante sèche.	COMPOSITION DE LA CENDRE.							
		Silice.	Sulfate de chaux.	Sulfate de potasse.	Chlorure de potassium.	Carbonate de chaux.	Magnésic.	Phosphate de chaux ferru- gineux.	Potasse en partie unie à la silice.
<i>Equisetum fluviatile.</i>	23,61	12,00	3,39	2,83	2,72	1,46	0,66	0,55	0,00
<i>Equisetum hyemale.</i>	11,81	8,75		0,33	0,28	0,93		0,80	0,72
<i>Equisetum arvense.</i>	13,84	6,38		0,37	0,22	5,51	0,46	trace.	0,30
<i>Equisetum limosum.</i>	15,50	6,50	3,30	2,20	1,20	1,50	0,30	trace.	trace.

12. *Sur les CRISTAUX DE QUARZ qu'on trouve dans le marbre de Carrare*; par M. Reppette (*sopra l'alpa apuana ed i marmi di Carrara.*) (An. de Ch., t. 37, p. 86.)

Le calcaire statuaire de Carrare ne renferme jamais de quartz, mais le marbre ordinaire en contient beaucoup; on le trouve en petits grains laiteux, irréguliers, disséminés dans la pâte même du marbre, et en beaux cristaux d'une limpidité parfaite dans des géodes remplies d'eau

légèrement acidulée; mais ce qui est plus remarquable, c'est que ces géodes renferment quelquefois des amas de silice gélatineuse, molle et transparente. Cette silice devient promptement solide et opaque à l'air et prend alors l'aspect d'une calcédoine ou d'un biscuit de porcelaine.

Aux environs *della foce della Brucciana*, j'ai rencontré dans la fissure d'une *mollasse* mica-cée, couleur marron, une substance molle, transparente, visqueuse entre les doigts comme une gomme, et qui est devenue, à l'air, solide, opaque, friable, âpre au toucher et d'une teinte blanche. M. Taddeï l'a examinée chimiquement, et croit que c'est un composé de cinq parties de silice et d'une de chaux.

13. *Recherches sur le territoire de Pouzzoles et des Champs phlégréens*; par M. Th. Monticelli.

L'ancien cratère de Marmorito est éloigné de cinq cents pas de la mer. La lave qui s'y montre est bleuâtre et dure, mais elle est crevassée en tous sens à la surface et en grande partie désagrégée. Dans l'intérieur de la montagne, on remarque plusieurs grottes artificielles; les crevasses, la surface de la lave désagrégée et les parois des grottes sont couvertes d'efflorescences salines.

La lave compacte a une densité de 2,818: elle est composée de silice, de fer, de cuivre, d'alumine, de potasse et de soude. La lave désagrégée renferme les mêmes élémens et en outre une grande quantité de sel neutre et de sel alcalin. Le sel de l'intérieur des grottes est un mélange de sous-carbonate, de sulfate et d'hydrochlorate de potasse et de soude. Le sel qui se trouve près

de la surface du sol se compose en grande partie d'hydrochlorate de soude, puisqu'on n'y trouve que 0,5 d'hydrochlorate de potasse et 0,01 de carbonate et de sulfate.

La production des efflorescences salines est due à l'action qu'exercent sur la lave l'acide carbonique de l'air, les vapeurs sulfuriques, apportées par les vents, du Volcano de l'Ariano et du lieu nommé Pisciarelli, et les vapeurs mêlées de sel marin qui viennent de la mer. Les sels qu'on trouve à la surface sont moins alcalins que ceux qu'on rencontre dans les grottes, parce que l'humidité atmosphérique les lave et en sépare les parties les plus solubles.

14. *Documens MINÉRALOGIQUES et statistiques sur la Géorgie.* (Journal des Mines russes, 1825, p. 3.)

A deux lieues et demie au nord de la montagne de Dachekchlan, près du village de Zæglinka, il existe une montagne composée de pierre d'alun de la meilleure qualité, semblable à celui qu'on tire de la Tolfa. Ce minéral a été décrit en 1824 dans le *Moniteur des Découvertes*, n^o. 3. On l'exploite avec grand avantage, et on en retire le huitième de son poids d'alun. La fabrique occupe cinquante familles de paysans, qui ne travaillent que pendant l'automne et l'hiver. Dans l'espace de six mois, un homme, avec un cheval, mène à la fabrique environ 12,000 kilog. de minéral. Pour préparer l'alun, on commence par calciner le minéral en le chauffant avec du bois pendant douze heures dans un four semblable à ceux qui servent à cuire la chaux; on

le jette ensuite dans un grand trou garni de planches, dans lequel on le laisse pendant huit jours pour qu'il se désagrège par le contact de l'air. Après cela, on le fait digérer dans l'eau pendant un mois entier, et, enfin, on concentre les lessives, jusqu'à saturation, dans des chaudières de cuivre, et on les met à cristalliser dans des trous garnis de planches.

La fabrique est affermée 34,000 francs.

15. *Composition de différens VERRES en Russie.* (J. des Manufactures et du Commerce, 1826.)

Pour le cristal, on emploie :

	Cristal fin.	—	Cristal commun.
Sable blanc	100	—	100
Potasse fine	60	—	»
Potasse du commerce	»	—	50
Chaux	24	—	18
Salpêtre	2	—	0,6
Oxid. noir de mangan.	0,5	—	0,6
Oxide blanc d'arsenic.	0,5	—	0,4
Rognures de cristal	25	—	25

Pour le verre à vitres, on emploie :

	Verre blanc.	—	Verre vert.
Sable lavé	100	—	100
Potasse du commerce	20	—	»
Cend. de saule ou d'orme	40	—	50
Cendres de pin	»	—	50
Cendres de paille	»	—	40
Sel marin	3	—	»
Azur	0,1	—	»

Pour le verre à bouteilles, on emploie :

Sable non lavé	100
Cendres de pin	300
Charrées	50

Pour lui donner une teinte convenable, on y ajoute 0,005 d'oxide de cuivre.

16. *Composition du CRISTAL*; par M. Pajot-Descharmes. (Industriel, janvier 1827.)

Pour des fours chauffés à la houille, la meilleure composition du cristal est la suivante :

Sable.	360	} 1349 $\frac{1}{8}$
Minium.	240	
Potasse.	157	
Salpêtre.	6	
Arsenic.	6	
Manganèse.	$\frac{1}{8}$	
Antimoine.	$\frac{1}{8}$	
Groisil.	600	

17. *Sur la MURCHISONITE*; par M. Levy. (Phil. mag., 1827, p. 448.)

Je nomme *murchisonite* un minéral nouveau, qui a été trouvé, à Dawlish, dans un granite, et, à Heavitree, dans un conglomérat. Ce minéral cristallise en prismes rectangulaires souvent hémitropes : il a deux clivages perpendiculaires l'un sur l'autre, et un troisième clivage nacré perpendiculaire sur l'un des premiers, et qui forme avec l'autre un angle de $106^{\circ},50$; il est opaque, blanc, avec une légère teinte rougeâtre; moins dur que le feldspath : sa densité est de 2,509. M. Philipps y a trouvé :

Silice.	0,686	} 1,000.
Alumine.	0,166	
Potasse.	0,148	

Il ne doit pas être confondu avec le feldspath.

18. *Mémoire pour servir à l'avancement de la connaissance des ROCHES VOLCANIQUES*; par M. C.-G. Gmelin. (Ar. des sc. nat. de Vurtemberg, t. 2, p. 133.)

On peut partager les roches volcaniques en deux classes : 1^o. les *basaltes* et 2^o. les *trachytes* : les *phonolithes* tiennent le milieu entre ces deux roches. C'est de la composition des phonolithes que nous allons nous occuper.

J'ai trouvé que ces roches sont des mélanges de feldspath et d'une substance zéolithique, qui le plus souvent est de la mézotype. On sépare aisément ces deux minéraux l'un de l'autre en faisant digérer à froid la roche réduite en poudre impalpable, dans de l'acide muriatique de force moyenne, pendant vingt-quatre heures : la zéolithe est décomposée et le feldspath n'est pas attaqué; on sépare de ce dernier la gelée siliceuse dont il reste mélangé, en faisant bouillir avec une dissolution de carbonate de potasse, et on peut ensuite faire l'analyse du résidu en le fondant avec du carbonate de baryte.

En procédant de cette manière, je suis arrivé aux résultats suivans :

	(1) Hohenkraken.			(2) Pferdkuppe.		
	Zéolithe.	Feldspath.	Roche entière.	Zéolithe.	Feldspath.	Roche entière.
Silice.....	0,4325	0,6655	0,5370	0,4454	0,6584	0,6188
Alumine.....	0,2289	0,1586	0,1973	0,2214	0,1786	0,1850
Soude.....	0,1367	0,0944	0,0743	0,1138	0,0565	0,0672
Potasse.....	0,0545	0,0244	0,0724	0,0306	0,0332	0,0367
Chaux.....	0,0244	0,0127	0,0146	0,0288	0,0034	0,0123
Protoxide de fer..	0,0266	0,0463	0,0355	0,0675	0,0316	0,0382
Ox. de manganèse.	0,0119	0,0098	0,0109	0,0052	0,0051	0,0051
Acide sulfurique..	0,0022	.....	0,0012	.....	.....	.....
Acide muriatique.	trace..	.....	trace..	.....	.....	.....
Eau.....	0,0577	.....	0,0319	0,0723	.....	0,0134
	0,9754	0,9773	0,9751	0,9850	0,9718	0,9767

	(3) Abstrode, partie non altérée.			(4) Abstrode, partie altérée.		
	Zéolithe.	Feldspath.	Roche entière.	Zéolithe.	Feldspath.	Roche entière.
Silice.....	0,3857	0,6629	0,6190	0,1340	0,6646	0,6367
Alumine.....	0,2432	0,1652	0,1775	0,0566	0,1681	0,1634
Soude.....	0,1266	0,0495	0,0618	0,0428	0,0410	0,0410
Potasse.....	0,0308	0,0925	0,0827	0,0107	0,0597	0,0890
Chaux.....	0,0180	.....	0,0003	.....	0,0152	0,0146
Protoxide de fer..	0,1134	0,0238	0,0380	0,6340	0,0299	0,0353
Oxide de mangan.	0,0219	0,0089	0,0077	0,1153	0,0017	0,0063
Oxide de titane..	0,0062	.....	0,0010	0,0340	.....	0,0014
Matière volcaniq..	0,0040	.....	.....	.....	.....	.....
Eau.....	0,0421	.....	0,0067	.....	.....	0,0063
	0,9920	1,0028	0,9947	0,9806	1,0180	1,0140

(1) *Phonolithe de Hohenkraken* dans le Hégau : elle contient 0,55 de zéolithe d'un gris brun clair ; sa pesanteur spécifique est de 2,504.

La zéolithe de Hohentriel, qui se trouve à la partie inférieure du cône de phonolithe de l'Hégau, contient :

Silice.....	0,4028	} 0,9998.
Alumine.....	0,2370	
Soude et potasse..	0,0867	
Chaux.....	0,0703	
Oxide de fer.....	0,0455	
Eau.....	0,1575	

(2) *Phonolithe de Pferdkuppe* dans le Rhöngebirg : d'un gris verdâtre, décomposée à la surface ; sa pesanteur spécifique est de 2,605. L'échantillon analysé n'avait subi aucune décomposition ; il renferme 0,137 de zéolithe.

(3) (4) *Phonolithe d'Abstrode* dans le Rhöngebirg : semblable à la précédente, décomposée à sa surface sur une épaisseur de 3 lignes. On a analysé (3) la partie non altérée, elle contient 0,158 de zéolithe, et (4) la partie altérée, elle contient 0,042 de matières solubles dans les acides.

Les analyses précédentes démontrent de la manière la plus évidente que les phonolithes de l'Hégau et du Rhöngebirg sont des mélanges de mézotype et de feldspath. Le premier minéral domine dans les roches de l'Hégau ; ceux du Rhöngebirg sont au contraire presque entièrement composés de feldspath.

La partie attaquable par les acides se rapproche, par sa composition, tantôt de la natrolithe, tantôt de la mézolithé ou du misoline ; mais elle contient toujours une proportion moindre d'eau que ces minéraux.

La composition de la partie inattaquable par les acides s'accorde parfaitement avec celle du feldspath, et peut être représentée par la formule $\left. \begin{matrix} N \\ K \end{matrix} \right\} S^3 + 3AS^3$.

Les phonolithes contiennent une proportion

d'autant plus grande de zéolithe qu'elles sont plus légères et qu'elles renferment plus d'alumine. Lorsque ces roches s'altèrent à l'air, elles se transforment en feldspath presque pur et la partie mézotypique se décompose.

On peut dire que les phonolithes sont caractérisées par l'abondance de la potasse et de la soude, comme les basaltes le sont par la grande proportion de protoxide de fer et de magnésie qu'ils contiennent.

On sait que les terrains phonolithiques sont extrêmement fertiles et propres surtout à la culture de la vigne. Il est probable que cela vient de ce qu'en se décomposant ces roches introduisent une grande quantité d'alcali dans la terre végétale.

19. *Analyse de cinq roches diverses*; par M. S. Beudant. (Mém. de l'Acad., t. 8, p. 288.)

1°. Grünstein compacte de la vallée d'Hodritz, près Schemnitz :

Silice.	0,632	Feldspath.	0,672
Alumine.	0,142	Albite.	0,103
Chaux.	0,025	Amphiboles.	0,227
Magnésie.	0,020	Eau hygrométrique.	0,003
Bi-oxide de fer.	0,058		
Potasse.	0,012		
Soude.	0,012		
Eau.	0,003		
	1,004		1,005

2°. Grünstein noir de Schemnitz :

Silice.	0,600	Feldspath.	0,576
Alumine.	0,123	Albite.	0,098
Chaux.	0,014	Pyroxènes.	0,089
Bi-oxide de fer.	0,123	Amphibole (actinote).	0,136
Ox. de mangan.	0,031	Eau hygrométrique.	0,002
Potasse.	0,096		
Soude.	0,011		
Eau.	0,002		
	1,000		1,001

5°. Trapp de Suède, contenant une substance verte, attaquant par les acides :

Silice.	0,394	Feldspath.	0,407
Alumine.	0,128	Ilvaite (C., M. f) ³ S ²	0,241
Chaux.	0,046	(f, C) ³ S ² + f ³ A ² + 6Aq.	0,344
Magnésie.	0,029	Eau hygrométrique.	0,007
Bi-oxide de fer.	0,299		
Ox. de mangan.	trac.		
Potasse.	0,068		
Eau.	0,035		
	0,999		0,999

4°. Basalte compacte de Beaulieu, de la variété des granitoides, inattaquant par l'acide muriatique :

Silice.	0,595	Albite.	0,508
Alumine.	0,115	Feldspath.	0,097
Peroxide de fer.	0,005	Amphibole (actinote).	0,120
Protox. de fer.	0,197	Pyroxène (f ³ S ⁴).	0,257
Chaux.	0,013	Oxid. de fer magnétique.	0,019
Soude.	0,059		
Potasse.	0,016		
	1,000		1,01

5°. Basalte de Samosko, en Hongrie, attaquant en grande partie par l'acide muriatique :

Silice	0,524	Labradorit $2\text{AS} + (\text{S}^{\circ}, \text{C}) \text{S}^{\circ}$	0,743
Alumine	0,228	Albite	0,035
Chaux	0,058	Pyroxènes	0,165
Magnésie	0,011	Amphibole (actinote)	0,047
Bi-oxide de fer	0,091	Eau hygrométrique	0,010
Ox. de mangan	trace.		
Soude	0,077		
Eau	0,010		
	0,999		1,000

20. *Analyse du DOMITE LÉGER du Puy-de-Dôme;*
par M. J. Girardin. (J. de Phar., 1828, p. 602.)

A l'exception d'une analyse du domite du Puy-de-Sarcoui, publiée par M. Vauquelin (An. du Mus., t. 6, p. 98, 1805), et qui lui a donné :

Silice	0,9100	} 1,0000
Fer, alumine, magnésie	0,0250	
Acide muriat., mat. ani-		
male, eau	0,0550	

rien n'a été entrepris pour constater la nature des principes constituans des domites (1).

Le domite du Puy-de-Dôme que j'ai analysé était homogène, d'un blanc sale, taché de rouge rosâtre, à texture grenue et à cassure terreuse. J'y ai trouvé :

Silice	0,5100	} 0,9852
Alumine	0,2400	
Magnésie	0,0782	
Chaux	0,0206	
Perox. de fer	0,0834	
Ox. de mangan	0,0064	
Potasse	0,0466	
Mat. organiq.	trace.	

(1) M. Berthier a publié en 1822, dans les *Annales des Mines* (t. VII, p. 259), une analyse du domite du Puy-de-Dôme et d'autres domites.

Pour en extraire la matière organique, j'ai fait usage de l'alcool, qui a la propriété de la dissoudre. Au moyen de ce réactif, j'ai retrouvé la même matière organique dans les tufs volcaniques de la Boulade.

21. *Note sur une formation de SEL MARIN trouvée le long de la côte du Chili, communiquée par M. Warden.* (Annales maritimes et coloniales, 1827, p. 617.)

Il se trouve, le long de la côte du Chili au sud de Coquinbo, une incrustation de sel ayant 30 milles de longueur et plusieurs milles de largeur; il a l'apparence de cette glace qui se forme sur la surface des lacs des États-Unis d'Amérique, vers le milieu de l'hiver. Son épaisseur est d'un à deux pieds; lorsqu'on en détache un bloc le vide est bientôt rempli par de nouveau sel. Le grand chemin borde, durant un long espace, cette curieuse formation. Il est souvent arrivé que des mulets, des chevaux et même des hommes sont morts dans cette partie de la route, et que, long-temps après, leurs corps ont été trouvés parfaitement conservés.

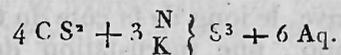
22. *Sur la PECTOLITE;* par le docteur Franz de Kobell. (Arch. von Kastner, t. 13, p. 385.)

La pectolite vient de Montebaldo dans la partie méridionale du Tyrol; elle a de la ressemblance avec certaines mézotypes d'Islande et de Feroë. Elle forme des masses sphéroïdales et fibreuses, qui sont déposées sur des cristaux de natrolite. Son éclat est nacré dans la cassure fraîche; sa dureté est intermédiaire entre celle du spath fluor et du feldspath: sa densité est de 2,69: au

chalumeau, elle se fond aisément en un verre blanc transparent. Elle est composée de :

Silice.....	0,5130	} 0,9969.
Chaux.....	0,3377	
Soude.....	0,0826	
Potasse.....	0,0157	
Fau.....	0,0389	
Alumine et fer	0,0090	

Cette composition peut être représentée par la formule



Lorsqu'on en plonge de très petits morceaux dans un acide concentré, la dissolution n'a lieu que très lentement, et ce n'est qu'après plusieurs jours que l'on commence à apercevoir une disposition à former gelée. Ce caractère est propre à la distinguer d'autres minéraux avec lesquels on pourrait la confondre.

Fuchs a montré que la *natrolithe* se distingue aisément de la *mézotype* et de la *scolérite* par la propriété qu'elle a de se dissoudre dans l'acide oxalique, tandis que les deux autres minéraux y laissent un résidu plus ou moins abondant d'oxalate de chaux.

23. *Analyse d'un DÉPÔT CALCAIRE*; par M. Vauquelin. (An. de Ch., t. 58, p. 107.)

Dans la paroisse de Saint-Maclou, arrondissement de Pont-Audemer, département de l'Eure, on a trouvé, en creusant les fondations d'une filature, un dépôt calcaire considérable, ayant une texture poreuse, présentant dans quelques unes de ses parties des ramifications en forme de

stalactites de plus d'un pied de long et de grosseurs différentes, creuses dans le centre et fermées à l'une de leurs extrémités. La couleur de ces pierres est jaunâtre intérieurement et d'un brun luisant à l'extérieur comme certaines variétés de manganèse.

Ce dépôt se dissout dans les acides avec une effervescence écumeuse; chauffé en vases clos, il exhale une odeur empyreumatique et laisse dégager de l'ammoniaque, et le résidu est d'un gris foncé. Il est évident qu'il est mélangé d'une grande quantité de substances animales.

24. *Analyse de la PIERRE A CHAUX HYDRAULIQUE de Matala en Suède*; par M. Pasch. (An. du Bureau des mines de fer, t. 8, 1824.)

Cette pierre est composée de :

Carbonate de chaux....	0,6681	} 0,9984.
Carbonate de fer.....	0,0349	
Carb. de mang. et magnés.	trace.	
Argile.....	0,2954	

Elle donne une chaux qui se solidifie en peu de minutes, acquiert la dureté de la pierre, et qui peut remplacer le fameux ciment Parker.

25. *Analyse de la WOLLASTONITE de Csiklova*; par M. S. Beudant. (Mém. de l'Acad., t. 8, p. 285.)

Se divisant assez bien en prismes rhomboïdaux, blanche :

Silice....	0,531	Wollastonite....	0,876
Chaux...	0,451	Trémolite....	0,066
Magnésie.	0,018	Trisilicate de chaux..	0,058
	1,000		1,000

Le trisilicate de chaux qui accompagne ce minéral est composé de :

Silice.	0,616	Trisilicate de chaux.	0,907
Chaux	0,361	Wollastonite.	0,009
Magnésie.	0,023	Trémolite.	0,084
	1,000		1,000

26. *Notice sur la cristallisation de l'AUGITE* ; par M. Kupfer, professeur à Casan. (Arch. von Kastner, t. 10, p. 291.)

En mesurant de très beaux cristaux d'augite, j'ai trouvé que leur forme primitive est un octaèdre droit à base rhombe, dans lequel l'angle de u sur u est de $150^\circ, 29'$ et l'angle de M sur M est de $87^\circ, 61'$.

27. *Composition de cinq PYROXÈNES* analysés par M. H. Rose et calculés par M. S. Beudant. (Mémoires de l'Acad., t. 8, p. 287.)

1°. Pyroxène d'Ala, en petits cristaux d'un vert foncé, ayant pour gangue une roche de grenat rouge.

Silice.	0,523	Pyroxène.	0,941
Alumine.	0,007	Trémolite.	0,024
Chaux	0,242	Grenat.	0,033
Magnésie.	0,099		
Bi-oxide de fer.	0,128		
	0,999		0,998

2°. Pyroxène de Sahla, accompagné de grenat.

Silice.	0,549	Pyroxène.	0,906
Chaux.	0,236	Grenat.	0,010
Magnésie.	0,165	Trémolite.	0,083
Protox. de fer.	0,044		
Ox. de mangan.	0,004		
Alumine.	0,002		
	10,000		0,999

3°. Pyroxène tendre de Sahla, mélangé de serpentine ou speckstein, selon M. H. Rose.

Silice.	0,605	Pyroxènes.	0,374
Chaux.	0,050	M \dot{S}^2 + Aq.	0,622
Magnésie.	0,252	Eau hygrométrique.	0,004
Protox. de fer.	0,042		
Oxide de mang.	0,008		
Eau.	0,043		
	1,000		1,000

4°. Autre pyroxène tendre de Sahla :

Silice.	0,581	Pyroxènes.	0,597
Chaux.	0,112	M \dot{S}^2 + Aq.	0,376
Magnésie.	0,223	Grenat almandin.	0,019
Protoxide de fer.	0,053	Eau hygrométrique.	0,008
Alumine.	0,004		
Eau.	0,031		
	1,004		1,000

5°. Autre pyroxène tendre de Sahla :

Silice.	0,583	Pyroxènes.	0,654
Chaux.	0,099	M \dot{S}^2 + Aq.	0,262
Magnésie.	0,242	Talc M \dot{S}^2	0,084
Protoxide de fer.	0,042	Grenat almandin.	0,005
Oxid. de mangan.	0,007		
Alumine.	0,001		
Eau.	0,031		
	1,005		1,005

28. *Analyse de cinq variétés d'AMPHIBOLE* ; par M. S. Beudant. (Mém. de l'Acad., t. 8, p. 285.)

1°. Amphibole d'un vert sombre, cristallisé en prismes rhomboïdaux d'environ 124 degrés, accompagné d'épidote fibreuse et granulaire.

Silice.....0,531	Amphi- { actinote. . . . 0,479 } 0,863.
Alumine..0,041	bole... { trémolite .. 0,384 }
Chaux. . .0,106	
Magnésie..0,104	Epidote.. { thallite. . . . 0,106 } 0,136.
Bi-oxide de fer.0,218	{ zoizite. 0,030 }
1,000	0,999 0,999

2°. Amphibole de Csiklova, d'un blanc jaunâtre, légèrement nacré, à fibres fines, un peu souples, contournées et parallèles; accompagné d'idocrase, de wollastonite, etc.

Silice.0,595	Amphibole trémolite. 0,942
Alumine..0,014	
Chaux.0,123	Grenat. { magnésie... 0,042 } 0,058.
Magnésie .0,268	{ grossulaire.. 0,016 }
Perox. de fer. . . . trace.	
1,000	1,000

3°. Amphibole du Zillertal; vert, grossièrement fibreux, accompagné de quartz, de grenat, de disthène et de mica.

Silice.....0,531	Amphi- { actinote. . . . 0,647 } 0,932.
Alumine..0,017	bole. . . { trémolite .. 0,285 }
Chaux.0,114	
Magnésie.0,078	Grenat... { grossulaire.. 0,026 } 0,043.
Bi-oxide de fer.0,256	{ almandin. . . 0,012 }
Bi-oxide de mangan..0,002	{ manganésé.. 0,005 }
Potasse. .trace.	Mica 0,024
Ac. fluor.trace.	
0,998	0,999

4°. Amphibole grammatite d'Aker, accompagné de spinelle, de mica et de paranthine compacte.

Silice0,472	Amphi- { actinote. . . . 0,059 } 0,770.
Alumine..0,139	bole... { trémolite . . . 0,704 }
Chaux.0,127	{ manganésé. . . 0,007 }
Magnésie .0,219	
Oxide de fer0,022	Pyroxène. 0,026
Oxide de mangan.0,006	Spinelle 0,167
Acid. fluo-rique.0,009	Fluate de chaux. 0,032
Eau.0,004	Eau hygrométrique. 0,004
0,998	0,999

Cette analyse a été faite par M. Bonsdorf.

5°. Amphibole grammatite clair d'Aker.

Silice.....0,562	Trémolite. 0,852
Alumine..0,043	Wernérite (paranthine). 0,086
Chaux.0,130	Spinelle 0,013
Magnésie.0,241	Pyroxène. 0,015
Ox. de fer.0,010	Fluate de chaux 0,028
Oxide de mangan..0,003	Eau hygrométrique. 0,005
Acide fluo-rique.0,007	
Eau.0,005	
1,001	0,999

Cette analyse a été faite par M. Bonsdorf.

29. Analyse d'un nouveau minéral d'Hoboken; par M. Wachmeister. (An. de Pog., 1828, p. 521.)

On a trouvé dans la serpentine d'Hoboken, État de New-York, aux États-Unis, avec le carbonate de magnésie, une poudre blanche que l'on a prise pour de l'hydrate de magnésie. Ce minéral est composé de

Magnésie.. 0,4241	} 0,9999.
Acide carbonique. 0,3682	
Eau. 0,1853	
Silice, oxide de fer, etc . 0,0223	

Sa formule est $\text{Mg Aq}^3 + 3 \text{Mg C}^2$.

30. *Sur le SCHILLERSPATH de la Baste*; par M. Koehler. (An. de Pog., t. 11, p. 192.)

Ce minéral a été trouvé à la Baste, près Hazbourg dans le Hartz. Il n'a qu'un clivage bien sensible. Sa dureté est moyenne entre celles du spath-fluor et du calcaire : sa densité est de 2,652.

Deux analyses ont donné :

Silice.	0,4390	} —0,4261 —0,2616 —0,2091 —0,0057 —0,0275 —0,0173 —0,1242	} 0,9815
Magnésie.	0,2586		
Ox. de fer et de chrome.	0,1302		
Oxidule de manganèse.	0,0054		
Chaux.	0,0264		
Alumine.	0,0128		
Eau.	0,1242		

31. *Analyse du DISTHÈNE du Zillertal*; par M. S. Beudant. (Mém. de l'Acad., t. 8, p. 284.)

En fibres courbes assez fortes, partie blanche, partie bleuâtre, accompagnées de quartz, de grenat, d'actinote et de mica.

Silice.	0,316	Disthène.	0,968
Alumine.	0,678	Mica.	0,031
Chaux.	0,002		
Potasse.	0,002		
Acide fluorique.	trace.		

0,998

0,999

32. *Mémoire sur un SILICATE D'ALUMINE considéré sous le rapport chimique, minéralogique et géognostique*; par M. Engelspach Larivière. (Brochure. 1828.)

J'ai analysé le minéral découvert par M. Omalus d'Halloy et auquel M. Berthier a donné le nom d'*halloysite*. On trouve ce minéral dans la

commune d'Anglar, rive gauche de l'Ourthe, à un demi-kilomètre environ de la ville de Liège. Il forme des amas assez puissans dans un calcaire de transition traversé par des filons de fer hydraté brun, de plomb sulfuré renfermant des géodes de plomb carbonaté blanc, dont l'intérieur est tapissé de cristaux de cette même substance, et il alterne avec ces filons et se présente en rognons variant de grosseur depuis le volume du poing jusqu'à celui d'un mètre environ; sa densité est de 1,82 à 2,09.

Les résultats d'analyse qui suivent prouvent que l'*halloysite* et la *linzinite* doivent être réunies dans une même espèce.

	1	2	3	4	5
Silice.	0,37	0,390	0,50	0,39	0,380
Alumine.	0,37	0,550	0,22	0,34	0,360
Eau.	0,25	0,250	0,26	0,26	0,230
Chaux.	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
Phosphat. de fer.	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005

1) *Linzinite* de Hall, opalisante, analysée par M. John.

2) *Linzinite* de Hall, non opalisante, analysée par M. John.

3) *Linzinite* de Saint-Sever (Landes), analysée par M. Pelletier. Elle a été trouvée, par M. Léon Dufour, dans un sable jaunâtre mêlé d'argile, qui fait partie, selon M. Boué, d'un dépôt sablonneux contemporain au sable sans coquille, supérieur aux marnes vertes à huîtres des environs de Paris.

4) *Halloysite* d'Anglar, analysée par M. Berthier.

5) *Id.*, analysée par moi.

33. *Analyse de la LÉPIDOLITHE de Kradisko près Rosena en Moravie*; par M. le D^r. Kraelovansky. (*Zeitschrift für Chem.*, t. 3, p. 152.)

Silice.	0,4908	} 1,0000.
Alumine.	0,3401	
Soude.	0,0419	
Lithine.	0,0358	
Chaux.	0,0041	
Oxide de manganèse.	0,0108	
Acide fluorique.	0,0350	
Perte au feu.	0,0415	
Acide phosphorique.	trace.	

34. *Analyse de trois GRENATS*; par M. S. Beudant. (*Mém. de l'Acad.*, t. 8, p. 283.)

1°. Grenat de l'île Saint-Jean, dans les Antilles; cristaux rougeâtres en dodécaèdres rhomboïdaux, passant au trapézoèdre, accompagnés d'épidote.

Silice.	0,403	} Grenat.	} 0,871.
Alumine.	0,234		
Chaux.	0,210	} Epidote.	} 0,129.
Magnésie.	0,037		
Bi-oxide de fer.	0,116		
	1,000		1,000 1,000

2°. Grenat ou idocrase de Csiklova, dans le Bannat; cristaux légèrement verdâtres, translucides, accompagnés de wollastonite, de trémolite, etc.

Silice.	0,411	Grossulaire.	0,946
Alumine.	0,212	Wollastonite.	0,033
Chaux.	0,371	Trémolite.	0,021
Magnésie.	0,006		
Peroxid. de fer.	trace.		
	1,000		1,000

3°. Grenat du Zillertal, vitreux, compacte, translucide, de couleur hyacinthe, accompagné de disthène, d'actinote, etc.

Silice.	0,439	} Grenat.	} 0,827.
Alumine.	0,200		
Chaux.	0,178		
Magnésie.	0,045		
Bi-oxid. de fer.	0,118	} Amphi-bole.	} 0,146.
Bi-oxid. de mangan.	0,018		
	0,998		1,000

35. *Analyse de trois variétés d'ÉPIDOTE*; par M. S. Beudant. (*Mém. de l'Acad.*, t. 8, p. 284.)

1°. Épidote granulaire d'un vert clair, accompagnée d'actinote.

Silice.	0,424	} Epidote.	} 0,898.
Alumine.	0,273		
Chaux.	0,108	} Amphi-bole.	} 0,102.
Magnésie.	0,012		
Bi-ox. de fer.	0,183		
	1,000		1,000 1,000

2°. Épidote bacillaire de l'île Saint-Jean (Antilles); de couleur verte, accompagnée de grenat.

Silice.	0,409	} Epidote.	} 0,805.
Alumine.	0,289		
Chaux.	0,162	} Grenat.	} 0,194.
Bi-oxid. de fer.	0,140		
	1,000		0,999 0,999

3°. Épidote granulaire de l'île Saint-Jean (Antilles), accompagnant la précédente.

Silice.	0,410	Epidote. {	zoïsité.	0,475	} 0,795.
Alumine.	0,289		thallite.	0,320	
Chaux.	0,136				
Magnésie.	0,006				
Bi-oxide de		Grenat. {	grossulaire.	0,087	} 0,204.
fer.	0,139		almandin.	0,093	
			magnésien.	0,024	
	1,000			0,999	0,999

36. *Sur la DAVYNE*; par M. W. Haidinger. (An. de Pog., 1827, p. 471.)

Ce minéral est cristallisé; sa forme primitive est un rhomboïde de $112^{\circ},16$, dont l'axe = $\sqrt{1,59}$; il est incolore et transparent; son éclat est faible et quelquefois nacré: sa dureté est un peu plus grande que celle de l'apatite: sa densité est de 2,4. Il fait gelée avec les acides, il est accompagné de grenat brun dodécaèdre.

Il est composé de :

Silice.	0,4291	} 0,9689.
Alumine.	0,3328	
Chaux.	0,1202	
Oxide de fer.	0,0125	
Eau.	0,0743	

Il s'ensuit que sa formule est $CS^2 + 5AS + 2Aq$.

37. *Examen chimique de la GLAUKOLITE du lac Baïkel*; par le docteur Bergmann. (An. de Pog., 1827, p. 267.)

La glaukolite se trouve engagée dans un feldspath compacte et un calcaire grenu, avec des lamelles de talc disséminées: elle est d'un bleu de lavande, passant au verdâtre, transparente sur les bords: sa cassure est esquilleuse; son éclat est vitreux; ses fragmens sont à bords indéterminés; sa dureté est intermédiaire entre celle du

feldspath et de l'apatite: sa densité est de 2,721. Au chalumeau, elle se fond avec difficulté et seulement sur les bords; par l'action prolongée du feu, sa couleur bleue diminue d'intensité et ne reparait pas après le refroidissement. Elle est composée de :

Silice.	0,5458	} 1,0000.
Alumine.	0,2977	
Chaux.	0,1108	
Potasse.	0,0457	

Sa composition est représentée par la formule $KS^3 + 3CS^3 + 12AS$.

38. *Analyse d'un nouveau minéral du Fahlun*; par M. Wachmeister. (An. de Pog., 1828, p. 371.)

Ce minéral est en nodules de la grosseur d'une noisette dans un schiste chloriteux; il présente des indices de forme cristalline qui paraissent se rapporter au prisme rhomboïdal oblique. Il est d'un gris de cendre passant au brun ou au jaune d'ocre: sa poussière est d'un blanc pur; il raie le verre; il a l'éclat perlé et il est demi translucide; sa pesanteur spécifique est de 2,808. Il est composé de :

Silice.	0,5569	} 0,9472.
Alumine.	0,2170	
Magnésie.	0,0899	
Protoxide de fer.	0,0143	
Prot. de manganèse.	0,0063	
Potasse.	0,0410	
Soude.	0,0068	
Oxide de zinc.	0,0030	
Eau et trace d'amm.	0,0320	

Sa formule est $rS + 2RS^2$, r représentant les bases à 2 at. d'oxygène et R les bases à 3 atomes.

39. *Analyse du SCHORL NOIR de Theuerdank près Andréasberg*; par M. Duménil. (Arch. de Kastner, t. 11, p. 485.)

La pesanteur spécifique de ce minéral est de 3,33. Il contient :

Silice.	0,3825	} 0,9963.
Alumine.	0,3264	
Ox. de fer interméd..	0,2145	
Soude.	0,0270	
Acide borique.	0,0264	
Oxide de manganèse.	0,0045	
Magnésie.	0,0150	

40. *SCORIE DE FER de Konigshutte contenant du titane et du tantale*; par le prof. Henuefeld de Greswolde. (An. of phil., février 1828.)

Cette scorie est remplie de cubes de titane métallique : quand on la traite par l'eau régale, la plus grande partie se dissout et les cubes de titane restent mêlés d'une poudre noirâtre, dans laquelle on distingue des grains et des paillettes métalliques d'un blanc d'argent. En attaquant cette scorie par le nitre, je crois avoir reconnu qu'elle renferme une quantité très notable de tantale.

41. *Analyse du FER CHROMÉ de Ræraas en Norwège*. (An. du Bureau des mines de Suède, t. 9, 1825.)

Oxide vert de chrome.	0,54080	} 0,98951.
Oxide de fer.	0,25661	
Alumine.	0,09020	
Magnésie.	0,05357	
Silice.	0,04833	

42. *Analyse d'un FER NATIF ARSÉNIÉ* (Phil. mag., juill. 1828.)

On trouve ce fer dans le comté de Bedford en Pensylvanie. Il est cristallin et composé de petits prismes rhomboïdaux ; sa couleur tient le milieu entre le blanc d'argent et le gris d'acier ; il est difficile à casser, et il s'aplatit comme le fer malléable ; sa cassure est raboteuse ; il est aussi dur que l'acier ; sa pesanteur spéc. est de 7,337 ; il est très magnétique et il a des pôles.

J'y ai trouvé :

Fer.	0,9744	} 0,9940.
Arsenic.	0,0156	
Plombagine.	0,0040	

Il ne contient ni soufre ni nickel.

43. *Notice sur un MINÉRAI DE FER de Latour-en-Jarest (Loire)*; par M. S. A. Rabi, directeur des mines de Chessy. (Bulletin de Saint-Étienne, 1828, p. 52.)

Le minéral qui fait l'objet de cette notice se trouve auprès du village de Latour, qui est situé sur le penchant des roches primitives, à 5,500 mètres au nord de Saint-Étienne, à 200 mètres plus loin et à 50 mètres plus haut que le lieu où le Furens reçoit les eaux de l'Ozon. Une partie du minéral est un poudingue à fragmens anguleux de quartz et de mica verdâtre, auquel le peroxide de fer a servi de ciment ; la grosseur moyenne des grains de quartz est celle d'une petite noix. L'autre partie est du schiste micacé, entre les feuillettes duquel le même peroxide est logé en plus ou en moins grande quantité. Ce minéral est fondu dans le haut-fourneau de Terre-Noire,

T. V, 2^e livr. 1829.

et produit, terme moyen, 25 pour 100 de fonte.

Un échantillon très riche m'a donné, à l'analyse :

Peroxyde de fer.	0,8380	} 0,9966.
Eau.	0,1000	
Silice.	0,0342	
Alumine.	0,0162	
Chaux.	0,0034	
Acide sulfurique.	0,0026	
Acide phosphorique.	0,0022	

Et j'en ai retiré par la voie sèche 0,60 de fonte grise, malléable et assez tenace. L'acide sulfurique et l'acide phosphorique y sont à l'état de sulfate et de phosphate de chaux.

Le minéral que nous venons de décrire existe partout à la surface du sol autour du village ; il repose immédiatement sur le terrain primitif. Le schiste ferrifère est toujours accompagné de poudingue ferrifère, celui-ci, au contraire, est quelquefois seul ; mais l'un et l'autre sont toujours accompagnés d'un poudingue peu ou point ferrugineux, dont les fragmens sont de même nature que ceux du poudingue ferrugineux. Lorsque les deux variétés sont réunies, elles composent des masses de forme irrégulière, peu étendues en surface, dont la plus grande épaisseur a été trouvée de deux mètres : alors le poudingue est toujours superposé au schiste.

Au dessus de Latour, on ne trouve plus que les roches primitives ; mais du côté de l'ouest et sur les pentes du vallon au fond duquel coule l'Ozon, on marche sur le poudingue stérile, et, bientôt après, on le voit cesser et faire place au schiste micacé ; mais si l'on traverse le ruisseau, et qu'on monte sur le penchant opposé, on se trouve sur

un poudingue, qui s'enfonce sous le terrain houiller pour occuper le fond du bassin de Saint-Étienne. Ce poudingue est absolument semblable à celui qui forme des lambeaux de l'autre côté de l'Ozon ; celui-ci appartient donc au terrain houiller ; or, comme le poudingue ferrifère se lie avec lui d'une manière intime, et n'en diffère que par la présence de la matière métallique, il est évident qu'il n'est lui-même qu'une roche houillère imprégnée d'oxide et d'hydrate de fer.

44. *Analyse de DEUX MINÉRAUX trouvés parmi les galets de mer, à Villers, arrondissement de Pont-l'Évêque, Calvados ; par M. Vauquelin (An. de Ch., t. 38, p. 1031)*

Le premier de ces minéraux est brun jaunâtre à la surface, gris bleuâtre dans son intérieur, ayant une cassure compacte et serrée. Par la calcination, il devient noir et magnétique, et perd 0,32 de son poids. Il est composé de :

Fer oxidé.	0,500	} 1,001.
Chaux carbonatée.	0,080	
Magnésie carbonatée.	0,003	
Silice.	0,008	
Acid. carboniq. et eau.	0,312	
Charbon.	0,008	

Il contient par conséquent 0,624 de carbonate de fer et 0,199 d'eau.

Le second minéral est rouge brun à l'extérieur, gris intérieurement, très dur, à cassure grenue. Il contient :

Fer oxidé.	0,310	} 1,000.
Silice.	0,425	
Chaux.	0,002	
Magnésie.	0,034	
Acide carbonique.	0,229	
Charbon.	trace.	

Ce qu'il y a de remarquable, c'est qu'une mine de fer gréseuse de la forêt de Montmorency contient exactement la même quantité de fer que celle-ci; mais ce fer y est hydraté et non carbonaté, et l'oxygène et l'eau qu'elle contient remplacent exactement en poids l'acide carbonique qui se trouve dans le minéral de Normandie. L'hydrate de Normandie a peut-être été originairement un carbonate.

45. *Sur le BOTRYOGÈNE de Fahlun*; par M. W. Haidinger. (An. de Pog., 1828, p. 491.)

Le botryogène a été découvert dans la grande mine de cuivre de Fahlun, où il recouvre le gypse et la pyrite de fer. Il est d'un rouge hyacinthe ou jaune d'ocre, transparent, tendre; il prend de l'éclat sous le couteau. Sa forme cristalline ordinaire est le prisme oblique rhomboïdal, dont l'angle obtus est de $119^{\circ},66'$ et l'inclinaison des faces sur la base est de $113^{\circ},37'$; les cristaux sont groupés en forme de masse botryoïde. Sa pesanteur spécifique est de 2,039; il se dissout lentement dans l'eau; il s'altère à l'air humide, mais il se conserve bien dans l'air sec: trois analyses ont donné:

Sous-sulfate de fer.....	0,0677—0,0685—	} 0,4830
Sulf. d'oxide et d'oxidule..	0,5585—0,3792—	
Sulfate de magnésie.....	0,2688—0,1710—	0,2080
Sulfate de chaux.....	0,0222—0,0671—	.....
Eau et perte.....	0,2828—0,3142—	0,3090
	1,0000	1,0000

46. *Analyse du MISY du Rammelsberg près de Goslar*; par M. Dumesnil. (Arch. de Kastner, t. 11, p. 488.)

Ce minéral est d'un vert serin clair, à cassure terreuse. Il est composé de:

Sulfate de fer.....	0,4253	} 1,0000.
Sulfate de zinc.....	0,0598	
Sulfate d'alumine.....	0,0541	
Protosulfate de manganèse.	0,0342	
Sulfate de cuivre.....	0,0311	
Eau.....	0,3955	

47. *Examen chimique du GRUNEISENSTEIN d'Ulmann*. (Arch. de Kastner, t. 15, p. 245.)

Ce minéral a été trouvé dans un filon de fer du pays de Sayn. Il est d'un vert poireau foncé, tantôt en forme de nodules, tantôt en couches minces déposées sur le *Brauneisenstein*; sa densité est de 3,49 à 3,56. Il est composé de:

Oxide fer.....	0,6345	} 0,9973.
Acide phosphorique.	0,2772	
Eau.....	0,0856	

48. *Analyse de l'HISINGÉRITE*; par M. W. Haidinger. (An. de Pog., 1828, p. 505.)

L'hisingérite a été trouvé à Riddarhyttan en Westmanland, dans du fer-sulfuré; il est amorphe, à cassure inégale et raboteuse, noirâtre: sa poussière est d'un brun jaunâtre. Il est composé de:

Protoxide de fer.	} ...0,4439	} 1,0139.
Peroxide de fer...		
Silice.....	.....0,3630
Eau.....	.....0,2070

Sa formule est $f^2 S^3 + 3F^2 S^3 + 12 Aq$.

49. *Analyse d'un FOSSILE TERREUX vert de seriu, des environs d'Andréasberg; par le docteur Dumesnil. (Arch. von Kastner, t. 10, p. 292.)*

Ce minéral est d'un jaune seriu, tendre, à cassure inégale, éclatante, gras au toucher, happant à la langue. Il donne l'odeur argileuse sous l'insufflation : sa pesanteur spécifique est de 2,20. On ne l'a trouvé que dans la mine dite *Sisberner Bær* près d'Andréasberg. Il est composé de :

Silice.	0,4100	} 03,9996.
Alumine.	0,0600	
Oxide de fer.	0,2698	
Chaux.	0,0273	
Eau.	0,2325	

Sa formule est de $\frac{A}{C} \left\{ S + 2fS^2 + 6Aq. \right.$

50. *Description de deux MINÉRAUX DE CUIVRE remarquables de Cornouailles; par W. Phillips, avec leur analyse, par M. Faraday. (Phyl. mag., 1827, p. 286.)*

On a trouvé dernièrement dans la mine de Condurrow une masse pesant plusieurs quintaux d'une espèce très singulière de minéral de cuivre ; sa densité est de plus de 5 ; elle est d'un noir brunâtre, passant quelquefois au bleu ; sa cassure est largement conchoïde, et sa surface est susceptible de recevoir le poli ; sa poussière est d'un noir de suie. M. Phillips lui a donné le nom de *Condurrite*. M. Faraday l'a trouvée composée de :

Acide arsénieux.	0,2594	} 1,0000.
Eau.	0,08 9	
Cuivre.	0,6050	
Soufre.	0,0306	
Arsenic.	0,0151	

Et il la considère comme un mélange d'arsenic métallique, d'arsénite de cuivre, d'oxide de cuivre et d'un peu de cuivre pyriteux.

Dans le même gisement, on trouve un minéral d'un blanc d'étain, dur, mais se laissant entamer au couteau et étendre sous le marteau : il est ordinairement recouvert de condurrite. Il est composé de cuivre, d'arsenic et d'un peu de soufre.

51. *Analyse de l'ÉRINITE de Limerick en Irlande; par M. Turner. (Brewster Journ., juil. 1828.)*

Ce minéral est en couches concentriques composées d'une infinité de petits cristaux. Il est d'un vert émeraude passant au vert d'herbe, translucide sur les bords ; sa pesanteur spécifique est de 4,043. Il est accompagné d'arséniate de cuivre ordinaire et d'arséniate bleu foncé, j'y ai trouvé approximativement :

Oxide de cuivre.	0,5944	} 1,0000.
Alumine.	0,0177	
Acide arsénique.	0,3378	
Eau.	0,0501	

52. *Analyse de deux nouvelles espèces minérales composées de SÉLÉNIURE DE ZINC et de SULFURE DE MERCURE; par M. del Rio. (An. of phil., août 1828.)*

Ces deux minéraux ont été découverts par M. Joseph-Manuel Herrera à Calebras dans le district del Doctor au Mexique : ils sont accom-

pagnés de mercure métallique; la roche dans laquelle ils se trouvent est un calcaire qui recouvre immédiatement le grès rouge.

Chauffés au chalumeau, ces minéraux brûlent avec une flamme violette, et répandent une forte odeur de chou pourri. L'un des deux ressemble à l'argent gris, mais sa poussière est plus noire et plus tachante; sa pesanteur spécifique est de 5,56; l'autre est d'un rouge de cinabre, sa pesanteur spécifique est de 5,66: j'ai trouvé dans le minéral gris:

Zinc.	0,240	} 0,995.
Mercure.	0,190	
Sélénium.	0,490	
Soufre.	0,015	
Gangue.	0,060	

Il contient en outre un peu d'acide muriatique, sa formule est $Zn Se^4 + Hg S$.

Le minéral rouge ne diffère du précédent qu'en ce que le protosulfate de mercure est remplacé par du cinabre: sa formule est $Zn Se^4 + Hg S^2$.

53. *Découverte de l'iodure dans un minéral de zinc*; par M. Mentzel.

J'ai constaté la présence de l'iode dans un minéral de zinc cadmifère de la Silésie supérieure.

54. *Découverte de l'iodure de mercure au Mexique*; par M. del Rio. (An. of. phil., août 1828.)

M. del Rio annonce qu'il a découvert de l'iodure de mercure qui ressemble au cinabre, mais dont la couleur est plus sombre, et que cet iodure est accompagné d'un iodure terreux qu'il croit être à base de magnésie.

55. *Découverte de la BOURNONITE en Auvergne*; par M. Fournet, directeur des mines de Pont-Gibaut. (Ann. scient. de l'Auvergne, 1828, p. 353.)

On trouve la bournonite assez abondamment à Barbecot, mais généralement amorphe. Cependant, la collection du comte de Pont-Gibaut en renferme un cristal de 2 mètres de longueur: c'est un prisme droit, tubulaire, octogone, ayant les arêtes et les angles principaux tronqués par des facettes en biseau. Toutes les faces principales sont fortement striées et souvent dans deux sens, l'un parallèle et l'autre perpendiculaire au côté long de la table. La bournonite de Barbecot traie le gypse et ne laisse aucune trace sur le papier. Elle contient une quantité notable de fer, et peut-être a-t-on tort de ne pas compter ce métal au nombre de ses éléments essentiels.

56. *De la cristallisation du PLOMB ROUGE*; par M. Kapfer, professeur à Casan. (Arc. von Kastner, t. 10, p. 311.)

Le plomb rouge cristallise en prisme oblique à base rhombe, dont l'angle que M forme avec M' est de $93^{\circ},44'$. Sa forme fondamentale est un octaèdre rhomboïdal oblique, dans lequel l'inclinaison de la base sur l'axe est de $78^{\circ},1'$, et celle des faces de l'octaèdre sur la base de $47^{\circ},14'$ et $58^{\circ},16'$.

57. *Recherches sur LES MÉTAUX QUI ACCOMPAGNENT LE PLATINE, et sur la méthode d'analyser les alliages natifs ou LES MINÉRAIS DE PLATINE; par M. J. Berzelius. (An. de Pog., 1828, p. 435 et 527.)*

Rhodium.

Chlorures.

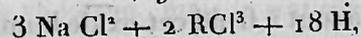
Pour préparer les sels rouges de rhodium, j'ai mêlé du rhodium métallique porphyrisé avec du chlorure de sodium ou du chlorure de potassium, j'ai broyé les deux substances ensemble intimement et j'ai chauffé, à la chaleur rouge, le mélange, placé dans une boule de verre traversée par un courant de chlore. J'ai lavé la masse refroidie dans une très petite quantité d'eau bouillante, j'ai précipité la plus grande partie du sel contenu dans la dissolution par l'alcool et je l'ai lavé avec de l'alcool à 0,84 pour enlever l'excès du chlorure de sodium ou de potassium.

Pour analyser ces composés, 1°. je les ai calcinés dans une boule de verre traversée par un courant de chlore, afin d'en séparer l'eau sans qu'aucune portion de chlorure se décomposât, et 2°. je les ai chauffés au contact du gaz hydrogène, qui décompose le chlorure de rhodium sans altérer le chlorure alcalin. J'ai préparé l'hydrogène dont je me suis servi, avec du zinc, et je l'ai purifié en le faisant passer dans un vase où se trouvait un morceau de liège plié et mouillé avec une dissolution concentrée de sublimé corrosif, et qui devait par conséquent absorber l'arsenic, et ensuite je l'ai desséché au moyen du chlorure de calcium. Après la décomposition du chlorure, l'introduction de l'air dans l'appareil plein d'hydrogène détermina, par l'influence du métal

très divisé, la formation d'une petite quantité d'eau; j'ai enlevé cette eau en faisant passer un courant d'air sec dans le tube et j'ai pesé. Après avoir bien lavé le résidu, j'ai calciné le rhodium dans un creuset de platine, et ensuite j'ai fermé ce creuset avec un couvercle; j'y ai introduit un courant d'hydrogène et je n'ai débouché le creuset que lorsqu'il a été assez refroidi pour que le métal ne pût pas s'oxyder par l'air. J'ai trouvé que le chlorure double de sodium est composé de :

Chlorure de sodium.	0,4555
Chlore.	0,2748
Rhodium.	0,2697

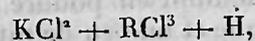
et qu'il contient 0,2952 d'eau. Sa formule est



que le chlorure double de potassium est composé de :

Chlorure de potassium. . .	0,4150
Chlore.	0,2953
Rhodium.	0,2897

et qu'il contient 0,0477 d'eau. Sa formule est



et, d'après cela, que le poids de l'atome de rhodium est 651,4. Il suit de là que ces deux sels ne se correspondent pas, et que les sels rouges de rhodium renferment un chlorure qui est intermédiaire entre le protochlorure et le perchlorure de platine.

En précipitant une dissolution de sel de potassium par de l'acide silicique, évaporant et lavant avec de l'acide muriatique, on peut avoir le chlorure RCl^3 pur.

Ce chlorure sec est d'un brun noir, incristal-

lisable; il devient peu à peu humide à l'air; il supporte une chaleur très forte sans se décomposer et sans perdre sa solubilité dans l'eau.

Lorsqu'on fait passer du chlore sur du rhodium métallique très divisé, il se forme un sublimé rouge non cristallin, accompagné d'une très petite quantité d'un sublimé jaunâtre et d'un sublimé gris. Le sublimé rouge est un chlorure composé de 2 at. de métal et 5 at. de chlore; il est insoluble dans l'eau et dans l'acide muriatique; inattaquable par la potasse caustique à froid, mais décomposé par cet alcali bouillant: il en résulte un oxide gélatineux d'un jaune mêlé de brun et de gris, et qui doit être $\ddot{R} + 2\ddot{R}$. L'acide muriatique dissout à froid cet oxide humide sans le décomposer et en se colorant en jaune, mais l'acide bouillant le transforme en une poudre d'un gris rouge ou d'un violet sale, qui est le protochlorure RCl^p : la liqueur est colorée en rouge par une portion de ce chlorure dissous à la faveur de l'acide muriatique.

Oxides.

On sait que le rhodium en poudre mêlé avec de la potasse caustique et un peu de nitre s'oxide au rouge naissant. Si on lave la matière, qui est brune, avec une grande quantité d'eau ou même avec de l'acide muriatique, il reste de l'hydrate d'oxide de rhodium. L'eau ne peut en être chassée que par une chaleur rouge soutenue pendant une heure: cet hydrate est composé de:

Rhodium... 0,759

Oxigène... 0,175

Eau... 0,066

Sa formule est $\ddot{R} + H$.

Il est réduit à froid par l'hydrogène.

Lorsqu'on chauffe le sel rouge de potassium avec du carbonate de soude, il se dégage une petite quantité d'oxigène avec l'acide carbonique, et il paraît que l'oxide qui reste contient 3 à 4 \ddot{R} pour 1 \ddot{R} .

Le rhodium, très divisé, rougi au contact de l'air, devient noir et absorbe jusqu'à 0,184 de son poids d'oxigène; il est alors changé en oxide $\ddot{R} + 3\ddot{R}$.

On peut obtenir encore un oxide $\ddot{R} + 2\ddot{R}$ en décomposant par la potasse caustique bouillante le chlorure obtenu par voie sèche.

Il suit de ce qui précède qu'il existe un protoxide de rhodium, mais je n'ai pas pu l'obtenir isolé.

Le sulfate de rhodium préparé en dissolvant le sulfure dans l'acide nitrique est jaune; il a pour base le peroxide \ddot{R} . Les sels de baryte en précipitent du sulfate de baryte coloré en jaune par de l'oxide de rhodium.

Sels.

En distillant le sel rouge de potassium avec de l'acide sulfurique, il reste un sel double d'oxide, jaune, très peu soluble.

L'oxide de rhodium et ses combinaisons avec les bases donnent une dissolution jaune avec l'acide muriatique, et la dissolution devient rouge si on la fait bouillir.

En ajoutant à une dissolution de sel rouge de potassium un excès de carbonate de potasse, et laissant la liqueur s'évaporer spontanément à l'air, elle se prend en gelée et dépose un hydrate d'oxide, qui, après avoir été lavé et desséché, peut être dissous, à l'aide de la chaleur, dans les

acides; il retient toujours un peu d'alcali. Les dissolutions sont jaunes et ont une saveur astringente.

Si l'on ajoute de l'ammoniaque au sel rouge de rhodium, il se fait, au bout de quelque temps, un précipité jaune-citron, composé d'ammoniaque et d'oxide, soluble dans l'acide muriatique, et réduit par la chaleur sans détonation. L'eau-mère évaporée donne un sous-sel ammoniacal jaune, très peu soluble dans l'eau.

L'acide sulfureux affaiblit beaucoup la couleur du sel rouge de potassium, et forme dans la dissolution un dépôt pulvérulent d'un jaune très pâle, et l'eau-mère contient beaucoup de protoxide. Le dépôt jaune est peu soluble dans l'acide sulfurique: la potasse caustique bouillante en sépare de l'oxide hydraté jaune. Par la chaleur, il laisse dégager de l'acide sulfureux et de l'oxigène et se change en un mélange de sulfate de potasse et d'oxide de rhodium. C'est le sulfate double $\text{K} \ddot{\text{S}} + \ddot{\text{R}} \ddot{\text{S}}$.

Le rhodium métallique est attaqué à la chaleur rouge par le sulfate acide de potasse. Le sel double qui en résulte est rouge ou noir pendant qu'il est en fusion, jaune plus ou moins foncé quand il est refroidi et soluble en totalité dans l'eau, qu'il colore en jaune.

Palladium.

Le chlorure de palladium et de potassium s'obtient en ajoutant du chlorure de potassium à une dissolution de palladium dans l'eau régale et neutralisant par évaporation. Il cristallise en très petits grains, et il est isomorphe avec le chlorure de platine et de potassium découvert par

Chlorures.

Magnus: en petites aiguilles, il est jaune d'or; en prismes plus grands, il est brun vert. Il est soluble dans l'eau et dans l'alcool à 0,84; en chauffant la dissolution alcoolique, la plus grande partie du palladium se précipite à l'état métallique; l'acide sulfureux précipite aussi du palladium métallique des dissolutions aqueuses bouillantes. D'après l'analyse que j'ai faite de ce sel, sa composition est représentée par la formule $\text{KCl}^2 + \text{PdCl}^2$ et l'atome de palladium pèse 665,84.

Poids de l'atome.

En faisant bouillir ce sel avec de l'eau régale et évaporant à sec, il absorbe du chlore et se transforme en *chloride double* $\text{K Cl}^2 + \text{PdCl}^2$. Celui-ci cristallise en octaèdre régulier, comme le chlorure de platine correspondant; il est rouge de cinabre ou rouge brun. Chauffé, il laisse dégager du chlore et redevient chlorure. Il est très peu soluble dans l'eau, la portion dissoute se change en chlorure et en chlore libres. Quand on le traite par l'eau bouillante, il se forme de l'acide muriatique et il reste un oxide non encore connu, d'une couleur d'ombre foncée. Ce sel est soluble sans décomposition dans l'acide muriatique un peu étendu; il est insoluble dans l'eau chargée d'un chlorure alcalin; l'alcool ne le dissout ni ne le décompose. L'ammoniaque le change en chlorure avec dégagement d'azote.

On obtient avec l'ammoniaque un *chloride double* semblable au précédent, mais non pas avec la soude.

Les solutions de palladium dans l'eau régale contiennent du chlorure, du nitrate de protoxide et une certaine quantité de chlorure.

On peut obtenir le *chloride* en dissolution en précipitant le *chloride double* alcalin par de

la potasse caustique et en versant de l'acide muriatique concentré sur l'oxide précipité, mais celui-ci retient toujours un peu de potasse. Si on évapore le chlorure, il se dégage du chlore et il reste du chlorure.

Si l'on verse de l'ammoniaque en excès dans une dissolution de chlorure de potassium, il se fait un précipité qui se redissout et bientôt la liqueur devient tout à fait incolore : par l'évaporation, elle donne encore un résidu pulvérulent, d'un vert jaunâtre, insoluble, et qui, par calcination, laisse dégager de l'acide muriatique, de l'azote, du sel ammoniac et laisse 0,50 du métal. Ce résidu est un *ammonio-chlorure* composé de $\text{PdCl} + \text{NH}_3$.

Quand on dissout le chlorure de palladium et de potassium dans l'ammoniaque, on obtient une liqueur incolore et qui contient un composé d'oxidule de palladium et d'ammoniaque et un chlorure ammoniacal. Par l'évaporation à chaud, cette dissolution donne une poudre jaune.

En versant de l'eau sur le chlorure de palladium et de potassium, et ensuite du cyanure de mercure, il y a décomposition et l'on obtient du *cyanure de palladium*, d'un rouge pâle et floconneux.

Oxides.

Quand on chauffe du palladium à une certaine température, au contact de l'air, il devient bleu ; cela tient à une oxidation superficielle, mais l'augmentation de poids n'est pas sensible.

En fondant le palladium avec de la potasse et du nitre, il s'oxide, quoique moins facilement que les autres métaux qui accompagnent le platine, et il se produit un *oxidule* composé de :

Palladium... 0,8694 Pd
Oxigène.... 0,1306

En décomposant le chlorure par les alcalis, il se sépare un *oxide* non encore indiqué et qui doit contenir :

Palladium... 0,7692 Pd
Oxigène.... 0,2308

L'oxide hydraté est d'un jaune brun foncé, il retient toujours un peu d'alcali ; lorsqu'on le fait bouillir dans l'eau, il devient noir et paraît se transformer en oxide anhydre ; à une certaine température, il perd rapidement son eau de combinaison et de l'oxigène, et se transforme en protoxide.

L'hydrate d'oxide humide se dissout dans les acides, quoique très lentement ; les dissolutions sont d'un jaune pur.

Iridium.

L'iridium, réduit par l'hydrogène, est absolument semblable au platine en éponge.

Il est oxidé par l'air à la chaleur rouge.

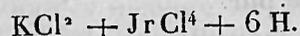
Il est insoluble dans l'eau régale et dans l'acide sulfurique ; il est oxidé par le sulfate acide de potasse, mais il n'en résulte pas une combinaison soluble dans l'eau.

La potasse caustique ou carbonatée, ainsi que le nitre, l'oxide à l'aide de la chaleur ; l'oxide qui se produit forme une combinaison jaune avec l'alcali.

En réduisant le chlorure d'iridium et de potassium par le gaz hydrogène, on trouve que l'atome d'iridium a exactement le même poids que l'atome de platine ; ce poids est de 1233,26.

L'iridium se combine en quatre proportions avec le chlore.

On obtient le *chloride* (Jr Cl^4) combiné avec un chlorure alcalin, en faisant passer un courant de chlore sur un mélange d'iridium porphyrisé et de chlorure de potassium ou de sodium; on lave avec de l'eau froide, qui dissout le chlorure alcalin en excès; puis on dissout dans l'eau bouillante et l'on évapore, en ajoutant un peu d'eau régale, parce que le chlorure a grande tendance à se changer en *sesqui-chlorure*. Le chlorure de potassium cristallise en octaèdres réguliers comme le composé correspondant de platine; il est noir, mais sa poussière est rouge; il est soluble dans l'eau pure, mais insoluble dans ce liquide lorsqu'il contient un chlorure alcalin. Insoluble dans l'alcool, sa formule est



Le *chloride de sodium* est noir et cristallise tantôt en tables, tantôt en prismes carrés.

On obtient le *sesqui-chlorure* de potassium en chauffant l'iridium avec de la potasse et du nitre, lavant avec de l'eau et traitant le résidu par l'acide muriatique. La solution est d'un brun noirâtre: en l'évaporant à sec, et reprenant par l'alcool, on a le sesqui-chlorure, dont la composition est représentée par la formule



Quand on chauffe l'iridium dans le chlore, il se forme du *chlorure*, qui est pulvérulent, d'un vert foncé, insoluble dans l'eau, un peu soluble dans l'acide muriatique qu'il colore en vert, inaltérable par l'eau régale. Il forme avec les chlorures de potassium et d'ammoniaque des compo-

sés verdâtres, cristallisables, qui contiennent un atome de chaque chlorure.

Le *sesqui-chloride d'iridium et de potassium* est soluble dans l'eau et insoluble dans l'alcool à 0,84. Il cristallise en prismes rhomboïdaux à quatre faces, d'une couleur brune et transparents. L'hydrogène sulfuré ne le précipite pas, tandis qu'il précipite tous les autres *chloro-sels*. Il est composé de:

Iridium.	0,2392
Chlore.	0,2417
Chlorure de potassium. . .	0,5191

Sa formule est de $3\text{KCl}^2 + \text{Jr Cl}^6$.

Il se produit en même temps que le chlorure dans l'opération par laquelle on sépare l'osmium de l'iridium; comme il est plus soluble que le chlorure, on le sépare de celui-ci en employant peu d'eau. Ses dissolutions sont rosées.

Il y a quatre oxides d'iridium qui correspondent aux chlorures, et en outre un oxide bleu, qui résulte de la combinaison des deux premiers oxides.

Oxides.

L'*oxidule* (Jr) est pulvérulent, noir, pesant, très peu attaqué par les acides, même à chaud: on l'obtient en faisant bouillir le chlorure avec un alcali caustique. Son hydrate est d'un gris verdâtre, soluble dans les acides à chaud, et donne des dissolutions d'un vert sale. On peut le préparer, soit en précipitant un chlorure double par un carbonate alcalin, soit en mêlant du sesqui-chlorure de sodium avec du chlorure de potassium, et évaporant; il se dépose du chlorure de potassium, et il reste en dissolution du chlorure, que l'on décompose par un sous-carbonate alcalin sans excès.

Pour préparer le *sesqui-oxidule* (Jr), on chauffe jusqu'au rouge naissant du chlorure de potassium avec son poids de sous-carbonate alcalin; on lave d'abord à l'eau bouillante, puis avec du sel ammoniac et l'on dessèche. Cet oxide est d'un bleu noirâtre, inattaquable par les acides et par le sulfate acide de potasse, réductible à froid par le gaz hydrogène, réductible avec détonation par les corps combustibles. Son hydrate est d'un brun très foncé, soluble dans les acides, qu'il colore en rouge de sang.

On ne peut isoler l'*oxide* d'iridium (Jr), parce qu'il est très soluble dans les alcalins et dans leurs carbonates; mais il est certain que lorsqu'on traite un sulfure d'iridium par l'acide nitrique, il se transforme en sulfate d'oxide.

Lorsqu'on verse du carbonate de soude ou de potasse dans le *sesqui-chlorure* rouge de potassium, il se fait, au bout d'un certain temps, un précipité gélatineux, brun jaunâtre ou verdâtre, tout à fait semblable à l'oxide de rhodium; il retient de la potasse: il donne avec l'acide muriatique une dissolution jaune, et si l'on rapproche la liqueur, elle devient rouge, parce que le *sesqui-chlorure* de potassium se régénère. L'oxide qui fait la base du précipité est le *sesqui-oxide* Jr .

L'*oxide bleu*, reconnu par MM. Tennant et Vauquelin, est un composé d'oxidule et de *sesqui-oxidule*. La meilleure manière de le préparer consiste à verser de l'ammoniaque dans une dissolution de chlorure de potassium et à rapprocher doucement: l'oxide bleu se dépose peu à peu.

Les combinaisons de l'iridium présentent toutes les couleurs de l'iris. Le chlorure est vert sale,

le *sesqui-chlorure* est rose, le chlorure et le *sesqui-chlorure* sont rouge foncé, fauve ou jaune selon le degré de concentration des dissolutions; celles-ci, mêlées avec l'oxide bleu, sont vertes; enfin, le *sesqui-chlorure* et le *sesqui-oxidule* mêlés avec une grande proportion de chlorure ou d'oxidule donnent des dissolutions bleues ou pourpres.

L'acide sulfureux, les protosels de fer et l'ammoniaque amènent les dissolutions d'iridium à ne contenir que de l'oxidule: alors si les dissolutions sont concentrées, leur couleur est jaune verdâtre; mais si elles sont étendues, elles paraissent être incolores, ainsi que l'ont observé MM. Tennant et Vauquelin.

L'hydrogène sulfuré forme, dans les dissolutions d'iridium, des précipités bruns ou noirs, qui sont des *sulfures* correspondans aux oxides ou aux chlorures tenus en dissolution. Ces sulfures ne deviennent pas acides à l'air; par la calcination en vases clos, ils abandonnent du soufre et se changent en un sulfure gris semblable au sulfure de plomb, et qui ne contient probablement qu'un atome de soufre. Ce sulfure est inattaquable par les acides et lentement attaquable par l'eau régale; mais les sulfures obtenus par voie humide se dissolvent facilement dans l'acide nitrique sans résidu, même à froid: si le sulfure est en excès, il se forme du *sulfate d'oxidule* ou de *sesqui-oxidule* et la liqueur est brune, verdâtre ou rougeâtre; si, au contraire, l'acide est en excès et surtout si l'on chauffe, il se produit du *sulfate d'oxide* et la dissolution est d'un jaune brunâtre.

Sulfures.

Osmium.

Pour préparer l'osmium métallique, on fond l'osmiure d'iridium avec de la potasse ; on verse sur la matière un peu d'acide muriatique et beaucoup d'acide nitrique ; on distille à une douce chaleur, et sans faire bouillir, jusqu'à ce que la liqueur soit réduite aux $\frac{3}{4}$ de son volume environ, et l'on recueille dans le récipient une dissolution d'oxide d'osmium dans l'eau. En continuant la distillation quand l'acide est concentré, il se dégage encore de l'oxide d'osmium, mais il est mêlé de chlorure d'iridium.

On peut précipiter l'osmium à l'état métallique de la dissolution de son oxide dans l'eau par plusieurs métaux. Avec le zinc, il s'en perd un peu, qui est entraîné par le gaz hydrogène ; avec le cuivre, la réduction est très lente ; il vaut mieux employer le mercure, en versant en même temps de l'acide muriatique dans la liqueur ; il se fait un précipité de chlorure de mercure et d'amalgame pulvérulent d'osmium mêlé de mercure, et il reste dans la dissolution un chlorure double. On chauffe ce précipité dans une boule de verre, dans laquelle on fait passer du gaz hydrogène, et l'osmium reste pur. Quant au chlorure double dissous, on le décompose en saturant d'ammoniaque, évaporant à sec et calcinant dans une cornue.

L'osmium ainsi préparé est une poudre noire poreuse, qui prend l'éclat métallique sous le brunissoir. Sa pesanteur spécifique est d'environ 7. Lorsque l'on fait passer dans un tube chauffé au rouge un mélange d'oxide d'osmium et de gaz

hydrogène, l'osmium se réduit et forme un dépôt gris métallique : dans cet état, sa pesanteur spécifique est de 10.

L'osmium n'est point attaqué par l'oxigène à la température de 100° ; mais lorsqu'on le chauffe au rouge, il brûle facilement, même dans l'air atmosphérique.

Il se dissout lentement et sans résidu dans l'acide nitrique faible et rapidement dans l'acide concentré. Il se dissout également bien dans l'eau régale, mais sans qu'il se forme de chlorure. Lorsqu'il a été chauffé fortement, il devient inattaquable par les acides.

En décomposant le chlorure d'osmium et de potassium par le gaz hydrogène, j'ai trouvé que l'atome d'osmium pèse 1244,21. Ce métal a la plus grande analogie avec l'iridium.

Lorsqu'on fait passer du chlore sur de l'osmium tenu échauffé dans un tube, il se produit un sublimé vert foncé de *chlorure*, et bientôt après, si le chlore est en excès, un autre sublimé rouge de *chloride* plus volatil que le chlorure. Quand le chlore contient de la vapeur d'eau, le sublimé rouge se change en un dépôt jaune cristallin, qui est peut-être un *sesqui-chlorure*, mais plus probablement le *chloride* avec eau de cristallisation : il se fond à la chaleur de la main.

Le chlorure et le *chloride* d'osmium sont décomposés par l'eau employée en quantité suffisante, en acide hydrochlorique, osmium métallique et oxide d'osmium. Le *chloride* passe par les nuances citron, verdâtre, vert et vert foncé, à mesure qu'on y ajoute de l'eau, le chlorure donne une liqueur d'abord d'un beau vert, puis gris foncé

Poids de l'atome.

Chlorures.

et opaque. L'osmium qui se dépose est léger, floconneux et bleuâtre.

Chlorures
doubles.

En traitant le chlorure par de l'eau contenant du chlorure de potassium, il se produit un *chlorure double* plus soluble que le chlorure de potassium, et qui cristallise en prismes; sa solution est d'un brun jaunâtre, et laisse déposer de l'osmium au bout d'un certain temps.

On obtient un composé de *chlorure d'osmium* et de *chlorure de potassium*, en faisant passer du chlore sur un mélange de ce dernier et d'osmium métallique chauffés dans une boule; le composé est d'un rouge de minium; il se dissout dans l'eau, qu'il colore en jaune verdâtre, et il cristallise par évaporation en grains octaédriques bruns et brillants. Il se décompose à la température du ramollissement du verre; il se volatilise un peu de chlorure d'osmium, et il reste de l'osmium ayant l'éclat métallique, mêlé de chlorure de potassium. Quand on ajoute de l'ammoniaque à sa dissolution et qu'on chauffe, on a une liqueur d'un brun foncé et non pas bleue comme cela arrive avec l'iridium. Lorsqu'on chauffe le composé avec de l'osmium métallique, on obtient un autre composé qui contient un *sesqui-chlorure* ou un mélange de chlorure et de chlorure combinés avec du chlorure de potassium.

Lorsqu'on verse dans une dissolution d'oxide d'osmium de la potasse, de l'acide muriatique et ensuite du mercure, il se dépose de l'osmium, et il reste une liqueur jaune, qui, par évaporation, laisse un dépôt brunâtre, légèrement soluble dans l'alcool; ce dépôt est un composé de *sesqui-chlorure* d'osmium et de chlorure de potassium.

Les combinaisons des *chlorures d'osmium* et

de *chlorure d'ammonium* se forment dans une multitude de circonstances. En versant un excès d'acide muriatique et un peu de mercure dans de l'ammoniaque saturée d'oxide d'osmium, et abandonnant pendant quelque temps la liqueur à elle-même, on a un dépôt d'osmium, etc., et une liqueur d'un brun pourpre, intense, qui, par évaporation, laisse un résidu brun foncé. En traitant le résidu par l'alcool, on obtient une liqueur d'un rouge pourpre magnifique, qui tient en dissolution un composé de sesqui-chlorure d'osmium et de chlorure d'ammonium, et il reste un composé double de sesqui-chlorure soluble dans l'eau, qu'il colore en brun pourpre.

L'osmium forme trois oxides bien déterminés qui contiennent 1, 2 et 4 atomes d'oxygène: il est vraisemblable qu'il en existe deux autres qui contiennent 3 atomes d'oxygène pour 1 et 2 atomes de métal. Enfin, l'osmium offre, comme l'iridium, une combinaison de deux oxides.

Oxides.

On obtient l'*oxidule* en versant un alcali caustique dans une dissolution de chlorure d'osmium et de potassium; l'alcali en retient une petite quantité qui lui communique une couleur jaune sale, et l'oxide retient un peu d'alcali; il est d'un noir verdâtre, et contient de l'eau en combinaison. Chauffé en vases clos, il abandonne son eau, mais il ne se volatilise pas d'oxide. Quand il n'a pas été calciné, il se dissout bien dans les acides, et donne des sels d'un vert foncé, solubles, excepté le phosphate qui l'est très peu.

Oxidule.

L'existence d'un oxide bleu, semblable à l'oxide bleu d'iridium, me porte à croire qu'il existe un *sesqui-oxidule*.

Sesqui-oxidule.

Quand on traite par la potasse caustique les

Sesqui-oxide.

composés doubles qui renferment le sesqui-chlorure, il se précipite de l'hydrate d'oxidule, et la liqueur devient d'un rose rouge : je pense qu'elle contient un oxide à 3 atomes d'oxigène ou *sesqui-oxide*.

Oxide.

On obtient l'*oxide* en versant du carbonate de soude en grand excès dans une dissolution saturée de chlorure d'osmium et de potassium, et chauffant jusqu'au commencement d'ébullition; le dépôt est noir; on le fait digérer avec de l'acide muriatique étendu, qui ne l'attaque pas, et qui en sépare la petite quantité d'alcali qu'il entraîne; desséché à l'eau, et calciné au rouge dans une atmosphère d'acide carbonique, il abandonne de l'eau, il laisse dégager un peu d'oxide volatil, mais sans le décomposer. Il est inattaquable par les acides, excepté par l'acide muriatique, qui en dissout une petite quantité. Cependant il existe des sels qui ont cet oxide pour base.

Bi-oxide.

Le *bi-oxide* est l'oxide volatil, qui est connu depuis long-temps; il se forme toutes les fois qu'on fait brûler l'osmium, ou qu'on traite par l'acide nitrique à chaud, soit les oxides, soit les chlorures doubles. On sait qu'il a une odeur extrêmement désagréable : il est très caustique, il attaque les poumons, excite la toux, provoque la salivation et cause une douleur cuisante aux yeux. Le meilleur moyen de l'avoir pur est de chauffer de l'osmium dans une boule de verre, et de faire passer lentement dessus un courant de gaz oxigène : l'oxide se dépose en masse cristalline ou en cristaux isolés blancs et brillans. Pour ne rien perdre, on reçoit le gaz oxigène qui sort du tube dans une dissolution alcaline. Le bi-oxide se dissout lentement dans l'eau : il est très soluble dans

l'alcool et dans l'éther; au bout de vingt-quatre heures, ces dernières dissolutions laissent déposer tout l'osmium à l'état métallique. Les matières végétales le réduisent très facilement, même à la température ordinaire; on peut le volatiliser dans le gaz hydrogène sans le réduire; cependant si l'on chauffe le mélange des gaz, il y a réduction, mais sans explosion; il est décomposé par l'hydrogène sulfuré et transformé en sulfure, même à froid.

Il rend la flamme de l'alcool extrêmement brillante, et ce caractère est propre à faire reconnaître sa présence dans toutes ses combinaisons. Pour faire l'épreuve, on place la substance sur le bord d'une petite feuille de platine, et on approche celle-ci de la flamme d'une lampe.

Je l'ai analysé en le décomposant par le gaz hydrogène, et j'ai trouvé que 1244 de métal (poids de l'atome) absorbent 407 d'oxigène; ce qui est très près de 400 (4 atomes).

Il se forme de l'*oxide bleu* analogue à l'oxide bleu d'iridium quand on verse une décoction de noix de galle dans une dissolution de bi-oxide et dans beaucoup d'autres circonstances. Je pense que cet oxide est un composé d'oxidule et de sesqui-oxidule; mais on peut également le considérer comme formé d'oxide et d'oxidule.

Quand on verse de l'acide sulfureux dans une dissolution aqueuse de bi-oxide d'osmium, une certaine quantité fait passer la liqueur au jaune rouille, une plus grande quantité la fait passer au vert, et un excès la fait devenir d'un bleu foncé. La liqueur bleue contient un *sulfate* qui ne renferme pas d'oxide volatil : évaporée à sec, elle laisse une masse bleue, en grande partie soluble dans l'eau,

Oxide bleu.

Sulfate bleu.

dans les alcalis et dans les carbonates alcalins. Par la distillation, ce sel donne de l'eau, de l'oxide volatil, du sulfate bleu aussi volatil, et il reste de l'osmium métallique et sans *alcalis*. Chauffé au contact d'un courant de gaz hydrogène, il produit un sublimé bleu, de l'acide sulfurique, de l'eau et de l'hydrogène sulfuré, et il reste de l'*osmium sulfuré*.

Quand on met du fer métallique et un excès d'acide sulfurique ou d'acide muriatique dans une dissolution bleue, il se dépose de l'osmium contenant un peu d'acide sulfurique et d'oxigène, et la liqueur devient verte. On voit, d'après tous ces faits, combien est grande l'affinité de l'osmium pour l'acide sulfurique.

Sulfure.

L'osmium est précipité de toutes ses dissolutions par l'hydrogène sulfuré, au bout d'un temps plus ou moins long. Les précipités sont des *sulfures*. Dans les liqueurs roses, le précipité est brun jaunâtre; dans les chlorures doubles, il est d'un jaune brun sombre, un peu soluble dans l'eau, qu'il colore en jaune rougeâtre. Dans les dissolutions d'oxide volatil, il est d'un noir brun : quand on chauffe ce dépôt en vase clos, il perd une certaine quantité de soufre, et devient ensuite incandescent; il est réduit par le gaz hydrogène, mais très lentement. Après avoir été chauffé au rouge, il contient 5 atomes de soufre pour 2 atomes d'osmium.

Sulfate d'oxidule.

Le sulfure obtenu par voie humide est facilement attaqué par l'acide nitrique. Quand le sulfure est en excès, on a une dissolution brun verdâtre foncé, qui renferme du *sulfate d'oxidule*, soluble dans l'eau et dans l'alcool, indécomposable par les alcalis et par leurs carbonates; mais

en l'évaporant à sec, après y avoir ajouté de l'ammoniaque, il donne de l'eau, du sulfate d'ammoniaque, et un résidu de sulfure grisâtre. Lorsqu'on emploie l'acide nitrique en excès, et qu'on distille, il se dégage beaucoup d'oxide volatil, et il reste une masse sirupeuse d'un brun jaunâtre, qui est du *sulfate d'oxide*; il colore l'eau en jaune de rouille : sa saveur est purement astringente. Sa dissolution est précipitée par les alcalis; mais elle ne devient pas bleue par l'acide sulfureux. Elle donne, avec le muriate de baryte, un précipité jaune comme les sulfates de platine et d'iridium.

Sulfate d'oxide.

Méthode pour analyser les minerais de platine et analyser de quelques uns de ces minerais.

Au moyen d'un aimant, on partage le minerai de platine en deux parties, l'une qui est attirable et l'autre qui ne l'est pas, et on les analyse séparément.

On commence par les traiter par l'acide muriatique, qui dissout les petites écailles de fer métallique que M. Osann y a observées, et l'oxide de fer dont les grains sont souvent enduits; puis on opère la dissolution de ceux-ci, au moyen de l'eau régale, dans une cornue de verre à laquelle on adapte un récipient entretenu à froid. Lorsqu'on a concentré jusqu'à consistance sirupeuse, on dissout la masse saline dans la plus petite quantité d'eau possible et on décante avec précaution; ensuite on met sur le résidu l'acide qui a passé à la distillation et l'on distille de nouveau : cet acide est souvent jaune, parce que le gaz oxide d'azote qui se dégage pendant la solution entraîne avec lui des goutte-

lettes de sel de platine. Lorsque l'opération est faite avec soin, la seconde liqueur distillée est incolore, et ne contient que de l'oxide d'osmium, et le minéral est complètement attaqué. Les dissolutions renferment du platine, du rhodium, de l'iridium, du palladium, du fer et du cuivre, et il reste un alliage d'iridium et d'osmium en petites écailles brillantes, blanches, si minces qu'on peut les étendre sur la peau, et qui sont inattaquables par l'eau régale. L'iridium et l'osmium qui se dissolvent avec le platine se trouvent dans les minerais combinés avec ce métal.

Liquueur distillée.

On étend d'eau la liqueur distillée, on la sature presque d'ammoniaque ou d'hydrate de chaux, on la met dans un flacon qui en soit à peu près rempli, on la sature d'hydrogène sulfuré et on bouche le flacon : au bout d'un jour ou deux, l'osmium se précipite à l'état de sulfure un peu sulfuré : j'ai trouvé par expérience que ce sulfure contient à très peu près 0,50 à 0,51 d'osmium.

Dissolution métallique.

Il arrive quelquefois que la solution dans l'eau régale sent le chlore, ce qui provient de la décomposition du chlorure de palladium : dans ce cas, il faut la faire digérer jusqu'à ce que l'odeur ait disparu et redissoudre ensuite le palladium qui se dépose. Quelquefois aussi, on obtient de l'oxide d'iridium, qui se dépose sous forme d'une poudre noire semblable à du charbon : cela arrive principalement quand l'eau régale contient trop d'acide nitrique ; il faut tâcher d'éviter cet inconvénient.

On ajoute à la solution métallique les 0,60 de son volume environ d'alcool à 0,833 ; puis on y verse une solution concentrée de chlorure de

potassium et on lave le dépôt avec de l'eau contenant 0,60 d'alcool, auquel on ajoute un peu d'une solution concentrée de chlorure de potassium.

A. On mêle très exactement le sel double, lavé et desséché, avec son poids de carbonate de soude, et l'on chauffe le mélange, très doucement, dans un creuset de porcelaine (un creuset de platine serait attaqué), jusqu'à ce que toute la masse soit devenue noire : alors on a un mélange de platine métallique, d'oxides d'iridium et de rhodium combinés avec la soude et de chlorure de sodium. On lave avec de l'eau, puis avec de l'acide muriatique, on calcine et on pèse le résidu, qui ne contient plus que du platine, des oxides d'iridium et de rhodium.

Pour doser le rhodium, on fond ce résidu au creuset de platine avec cinq à six fois son poids de sulfate acide de potasse ; on lave avec de l'eau et on répète ce traitement autant de fois que l'eau de lavage se colore : tout le rhodium se dissout, et on peut en déterminer la quantité en pesant le platine et l'oxide d'iridium qui reste, ou bien on ajoute à la dissolution de rhodium du carbonate de soude ; on évapore, on calcine dans un creuset de platine, on lave et on a le rhodium à l'état d'oxide ; on le réduit par le gaz hydrogène et on le pèse. Il contient quelquefois un peu de palladium, on en sépare ce métal par le moyen de l'eau régale.

Rhodium.

Pour doser l'iridium, on fait digérer le résidu du traitement par le sulfate acide de potasse, d'abord avec de l'eau régale affaiblie, qui ne dissout que du platine et ensuite avec de l'eau régale concentrée, qui dissout le reste du platine et un

Iridium.

peu d'iridium, et à laquelle on ajoute un peu de sel marin pour empêcher la formation du protochlorure de platine; on évapore à sec, on lave avec une solution faible de sel ammoniac, parce que l'eau pure entraîne l'oxide d'iridium à travers les filtres: on calcine cet oxide et on le réduit par le gaz hydrogène. Enfin, on évapore à sec la solution de platine, qui contient un peu d'iridium, on calcine le résidu avec du carbonate de soude, on le lave avec de l'eau, et on le traite par l'eau régale, qui dissout le platine et laisse l'oxide d'iridium. L'ammoniaque précipite encore de la solution une trace de cet oxide mêlé d'un peu de platine.

Platine.

Quant au platine, on en calcule la proportion en soustrayant du premier résidu l'oxide de rhodium et l'oxide d'iridium.

B. On verse la liqueur alcoolique dans un flacon bouché à l'éméri; on la sature d'hydrogène sulfuré, on bouche le flacon, et on le laisse pendant douze heures dans un lieu chaud; tout le cuivre, tout le palladium et la presque totalité du rhodium et de l'iridium se précipitent; on filtre et on évapore la dissolution; pendant l'évaporation, il se dépose encore un peu de sulfure mou et comme gras, d'une odeur fétide, et qu'on ne peut détacher des capsules qu'au moyen de l'ammoniaque; on évapore cette solution ammoniacale dans un creuset de platine, on y ajoute les autres sulfures et on grille. On traite la matière grillée par l'acide muriatique concentré, qui dissout le sous-sulfate de cuivre et le sous-sulfate de palladium qui se sont formés, et il reste de l'oxide d'iridium et de l'oxide de rhodium mêlés d'un peu de platine. On traite ce résidu comme il a déjà été dit.

Iridium.
Rhodium.

On mêle à la dissolution muriatique du chlorure de potassium et de l'acide nitrique, et on l'évapore à sec. On obtient une masse saline brune, qui contient du chlorure de potassium, du chlorure de cuivre et de potassium et du chlorure de palladium et de potassium. En la traitant par l'alcool à 0,833, on dissout les deux premiers sels, et il reste le sel de palladium pur, qui contient 0,2884 de ce métal; on peut d'ailleurs le dissoudre dans l'eau et en précipiter le palladium par le cyanure de mercure.

Palladium.

La solution alcoolique ne contient que du cuivre et une trace insignifiante de palladium.

Cuivre.

La liqueur alcoolique qui a été précipitée par l'hydrogène sulfuré ne contient que du fer, un peu d'iridium et de rhodium et une trace de manganèse: on la fait bouillir avec de l'acide nitrique et on la sature d'ammoniaque; tout le fer se précipite avec la plus grande partie du rhodium et de l'iridium. On calcine le précipité, on le réduit par l'hydrogène et on le traite par l'acide muriatique, qui dissout le fer, et il reste le rhodium et l'iridium, que l'on grille pour les amener à un état d'oxidation déterminé.

Fer, Iridium.
Rhodium.

La liqueur ammoniacale contient encore une petite quantité de ces deux métaux, on l'évapore à sec, on chauffe le résidu au rouge faible, et, en lavant, on obtient les deux métaux à l'état d'oxide.

La partie insoluble dans l'eau régale est composée de paillettes de certains grains d'un aspect particulier, que l'on peut séparer des minerais par le triage: l'analyse en est fort difficile; les grains sont excessivement durs. Après qu'on les a brisés dans un mortier d'acier, il faut les phosphoriser

Partie insoluble dans l'eau régale.

le plus exactement possible et ensuite faire bouillir la poudre avec de l'acide muriatique pour en séparer le fer métallique adhérent.

Cette poudre est inaltérable par le gaz oxygène et par le chlore. On peut l'attaquer par le chlorure de platine et de potassium ou par le nitre. Avec le premier réactif, il se forme des chlorures doubles d'iridium et d'osmium et un alliage de platine avec ces métaux, et il ne se volatilise que très peu de chlorure d'osmium et d'iridium; il vaut mieux employer le nitre.

Iridium.

On mêle la poudre avec son poids de ce sel, préalablement fondu, pour qu'il ne contienne pas d'eau; on introduit le mélange dans une cornue de porcelaine, que l'on fait communiquer avec un flacon contenant de l'ammoniaque; on chauffe lentement et graduellement jusqu'à l'incandescence, et on arrête l'opération quand il ne se dégage plus de gaz.

On fait digérer la matière saline dans l'eau froide et on décante; on introduit la liqueur dans une cornue, on y ajoute de l'acide muriatique et beaucoup d'acide nitrique, afin de décomposer le chlorure d'osmium; on distille et l'on reçoit les vapeurs, qui contiennent beaucoup d'oxide d'osmium, dans un récipient bien refroidi. On traite aussi par l'eau régale, contenant beaucoup d'acide nitrique, la partie insoluble dans l'eau et l'on distille de même la liqueur pour recueillir l'oxide d'osmium qui se dégage. Le résidu non desséché des distillations contient tout l'iridium et une portion de l'osmium; on y ajoute du chlorure de potassium, on évapore pour chasser l'excès d'acide, on mêle la masse saline sèche avec du carbonate de soude,

on chauffe dans une cornue et on condense les vapeurs d'oxide d'osmium qui se dégagent; on lave le résidu et on a l'oxide d'iridium. Quand on y soupçonne du platine, on l'enlève par l'eau régale. Quelquefois, il contient un peu de rhodium, qu'on sépare par le sulfate acide de potasse.

Malgré cette suite d'opérations, l'iridium retient toujours opiniâtrément une certaine quantité d'osmium; si cette quantité est un peu considérable, on peut l'enlever, pour la plus grande partie, en chauffant dans un courant de gaz oxygène ou de chlore; mais pour séparer les dernières portions, il faut réduire l'iridium par le gaz hydrogène à la chaleur la plus basse possible, et le chauffer ensuite au rouge obscur à l'air libre, tant qu'on sent l'odeur d'osmium; réduire encore l'oxide d'iridium qui se produit, griller, et réitérer ces réductions et ces grillages un grand nombre de fois.

Quant à l'osmium, on le précipite de ses solutions de la manière qui a été indiquée page 354.

Osmium.

On reconnaît les plus petites traces d'osmium contenues dans l'iridium, en chauffant celui-ci sur le bord de la flamme d'une lampe à esprit de vin, l'osmium donne à cette flamme un grand éclat. Si après que cet éclat a cessé on enfonce l'iridium dans la flamme, et qu'on le ramène ensuite sur les bords, l'éclat recommence, et cela tant qu'il reste la plus petite partie d'osmium.

Voici le résultat de l'analyse de trois minéraux de platine de Sibérie et d'un minéral de Colombie :

	NISCHNÉ-TAGILSK.		Goroblago- dat (3).	Barbacoas (4).
	Magnéti- que (1).	Non magn. (2)		
Platine. . . .	0,7358	0,7894	0,8650	0,8430
Iridium. . . .	0,0235	0,0497	.....	0,0146
Rhodium. . . .	0,0115	0,0086	0,0115	0,0346
Palladium. . . .	0,0030	0,0028	0,0110	0,0106
Osmium. . . .	.....	.....	.....	0,0103
Fer.	0,1298	0,1104	0,0832	0,0531
Cuivre.	0,0520	0,0070	0,0045	0,0074
Osmiure d'i- ridium. . . . .	.....	0,0196	.....	.....
Mat. insolub.	0,0230	.....	0,0140	0,0060
Chaux. . . . .	.....	.....	.....	0,0012
	0,9786	0,9875	0,9892	0,9808

(1) (2) Minéral de Nischné-Tagilsk en Sibérie. En grains d'un gris obscur, dont les uns (1) sont magnétiques et même magnétopolaires et les autres (2) non magnétiques.

(3) Minéral de Goroblagodat en Sibérie, non magnétique. Ce minéral est remarquable en ce qu'il ne renferme pas d'iridium.

(4) Minéral de Barbacoas, dans la province d'Antioquia, de la Colombie. En grains qui pèsent souvent jusqu'à un gramme.

NOTICE

*Sur les chauffages des liquides par la
vapeur de l'eau;*

PAR ÉMILE GUEYMARD, Ingénieur au Corps royal des
Mines.

ON a publié dans le neuvième volume des *Annales des Mines* la description d'un appareil que j'avais fait construire aux bains d'Uriage, près Grenoble, pour le chauffage des eaux minérales. Cette notice a donné lieu à une réclamation de la part de M. Billerey, qui s'est déclaré en 1826 inventeur des chauffages à la vapeur de l'eau par l'intermédiaire d'un récipient placé au milieu d'une masse de liquide à échauffer.

Une pareille prétention n'a sûrement pas besoin de réfutation : aussi la série d'appareils que je publie aujourd'hui, sans intérêt pour la science, puisque les procédés sont décrits dans tous les ouvrages scientifiques, n'aura d'autre objet que de réunir sur une seule planche toutes les formes qui sont à ma connaissance, pour éviter aux chefs d'ateliers des recherches dans de nombreux ouvrages, qui peuvent d'ailleurs ne pas être à leur disposition.

Une machine est toujours composée de deux éléments, du principe sur lequel elle est fondée

et du mécanisme qui met ce principe en action. Les meilleurs appareils à chauffer les liquides, ayant pour principe la vapeur de l'eau, renferment tous dans leur exécution cinq parties distinctes, savoir : une chaudière pour réduire l'eau en vapeur, un tube pour la conduire, un récipient pour la recevoir, une cuve contenant la masse du liquide à échauffer avec le récipient; enfin un second tube, qui ramène la vapeur d'eau condensée dans la chaudière.

Les formes de ces appareils, en raison des besoins et des localités, ont été variées à l'infini; mais on peut néanmoins les ramener à huit principales, qui remplissent toutes le même objet.

Le premier appareil, Pl. VII, *fig. 1*, est celui qui fut imaginé il y a long-temps par le baron de Gedda, à la seule différence que le récipient était conique, tandis qu'ici je lui ai donné la forme cylindrique.

M. Lenormand l'a publié, en 1811, dans son *Essai sur l'art du Distillateur* et dans le deuxième volume de son ouvrage *sur la distillation des eaux de Vic*, de 1817.

Il a été exécuté par M. Gengembre en 1822, chez les frères Froment, apprêteurs à Paris.

Le deuxième appareil, *fig. 2*, a été décrit par M. Lenormand et M. Payen, dans le cinquième volume du *Dictionnaire technologique*, qui donne, à cet égard, une infinité de détails bien précieux pour les chefs d'ateliers. M. Gengembre l'a fait exécuter aux bains Feydeau, rue des Colonnes, n^o. 7, à Paris. Chaque cuve avait deux récipients cylindriques.

L'appareil, *fig. 3*, a succédé au précédent. M. Gengembre, ayant besoin de plus grandes masses d'eau chaude, augmenta considérablement la surface du récipient. Il en plaça quatre dans chaque cuve, comme celui de la *fig. 3*. Cette machine a été construite, en 1817, toujours pour le chauffage des bains Feydeau, et elle a été en activité sans interruption jusqu'à 1824, époque où le propriétaire a vendu son établissement.

Mon collègue et ami Buter a donné, en 1818, dans ses leçons publiques à la Faculté des sciences de Grenoble, et années suivantes, la description des deux derniers appareils.

M. Payen, dans son excellent *Mémoire sur le chauffage à la vapeur*, décrit l'appareil *fig. 4*. Le récipient n'est qu'une espèce de serpentín disposé au fond de la cuve, comme je l'ai représenté. Mon ami, Chaper, ancien élève de l'École polytechnique, l'avait également vu dans une brochure publiée en l'an 9, et il m'en avait donné un croquis il y a long-temps.

J'ai fait construire cette machine, en 1821, pour la fabrication des aluns à Grenoble. Le chauffage des eaux-mères dans les chaudières de plomb présente beaucoup d'inconvéniens. Quoique bien dépouillées en apparence des principes terreux, elles encroûtent facilement leur fond et l'on est toujours exposé à les perdre, ainsi que les eaux qu'elles renferment. Dans la *fig. 4*, ces dangers ne peuvent arriver, et l'on peut même chauffer des eaux alumineuses troubles pour lessiver des terres neuves. Par ce procédé, on diminuera beaucoup le nombre des vases pour

faire éclaircir les eaux-mères. Je ne saurais trop conseiller ce chauffage à tous les fabricans d'alun.

L'appareil, *fig. 5*, a été exécuté dans le département de l'Isère, en 1818, et il n'a cessé de répondre aux espérances qu'on en attendait. Il sert à la fabrication des sulfates métalliques. Les cuves sont en plomb et les cuviers en forts plateaux de bois dur. Le récipient à vapeur est un vide laissé entre les cuves et les cuviers. Depuis huit ans, je vois constamment cette machine en activité sans se déranger : une seule chaudière sert pour les deux cuves.

Les chaudières du nord de l'Angleterre, décrites par Parker et Martin, rentrent dans cette forme, mais plus encore dans la suivante, qui n'en est qu'une modification. En effet, l'appareil, *fig. 7*, ne diffère du précédent qu'en ce que le récipient se trouve non seulement au fond, entre la cuve et le cuvier, mais encore tout autour dans la partie verticale. Je l'ai fait construire, en 1820, dans l'atelier des produits chimiques des Champs-Élysées, près Grenoble. Il fournit toute l'année les eaux chaudes nécessaires pour la confection des divers articles de fabrication. Il est très commode, simple et économique. On voit encore dans l'article *chauffage à la vapeur*, de M. Payen, la description entière de cette machine.

L'appareil, *fig. 6*, est très ancien. Le récipient n'est autre chose que le serpentín aplati. On le trouve dans un grand nombre d'ouvrages, et notamment dans ceux de MM. Lenormand et Payen.

Enfin, le dernier appareil, *fig. 8*, est celui que j'ai fait établir aux bains d'Uriage. Le récipient est lenticulaire (1).

Dans tous les appareils que j'ai décrits, les cuviers extérieurs peuvent être en métal ou en bois ; mais, dans tous les cas, pour empêcher la déperdition du calorique, on doit les envelopper dans une maçonnerie et remplir le vide qui existe entre celle-ci et le cuvier avec du charbon pilé.

On conçoit également qu'on peut les mettre à simple ou à haute pression par l'addition ou la suppression d'un tube placé sur le récipient.

Les chauffages sans pression ne sont économiques que pour des températures peu élevées, inférieures à 60° centigrades. Passé ce terme, la condensation devient trop difficile, et il y a une grande perte de vapeur.

Explication des figures de la Planche VII.

- A. Chaudière à vapeur.
- B. Tube qui porte la vapeur dans le récipient.
- C. Récipient à vapeur.
- D. Tube qui ramène la vapeur d'eau condensée dans la chaudière.
- E. Cuve contenant le liquide à échauffer.

(1) L'auteur emploie ici quelques lignes à repousser des attaques qui ont eu lieu relativement à l'invention des moyens de chauffage qu'il a employés à Uriage; quoique ses réponses soient très-convenables dans la forme, et vraisemblablement décisives, quant au fond, on n'a pas cru devoir les insérer dans les *Annales*, où il n'a pas été question des premières réclamations. R.

ERRATA.

Fautes essentielles à corriger dans la *Notice sur la carbonisation de tourbe à Crouy-sur-Ourcq*, page 223 ci-dessus.

Page 224, ligne 12 : les circonstances, la date, lisez les circonstances et la date.

Page 226, ligne 16 : 80,000 k. par pouce carré, lisez 80,000 kilogrammes.

Page 230, ligne 8 : aboutissant avec, lisez aboutissant à.

Page 231, ligne 24 : la voûte, lisez la voûte e.

Page 232, ligne 29 : 0^m065, lisez 0^m054.

Page 235, ligne 6 : 2,75, lisez 2 f, 71.

Id., au dessous du tableau : 32 pour 100, lisez 33 pour 100.

Page 236, ligne 8 : trompe S, lisez trompe s.

Id., ligne 13 : récipient E, lisez récipient e.

Page 237, ligne 5 : voûte E, lisez voûte e.

Page 238, ligne 12 : 250 k., lisez 270 k.

Id., ligne 16 : dernier, lisez premier.

Page 240, dernière ligne : 4,61 5,09, lisez : A reporter... 4 f, 61 5 f, 09.

Page 241, lignes 3 et 14 : millièmes, lisez millimes.

Id., ligne 6 : sur 100 k. de charbon, lisez rapportés à 100 k. de charbon, sont :

Page 245, fin du calcul : établi à 7 fr. 29, lisez établi à 7 fr. 44.

Page 246, ligne 25 : capital des établissements, lisez capital d'établissement.

Page 247, ligne 4 : établi à 14,14, lisez établi à 16 f, 07.

Page 254, ligne 5 : Callius, lisez Callias.

ORDONNANCES DU ROI, CONCERNANT LES MINES,

RENDUES PENDANT LA FIN DU PREMIER TRIMESTRE
DE 1828 ET LE COMMENCEMENT DU SECOND DE
CETTE MÊME ANNÉE.

ORDONNANCE du 13 mars 1828, portant concession
des mines de houille du Plessis, arrondissement
de Coutances (Manche).

Mines de
houille du
Plessis.

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. 1^{er}. Il est fait au sieur Pelletier de Montmaric concession des mines de houille du Plessis, département de la Manche, sur une étendue superficielle de quarante-sept kilomètres carrés soixante-un hectares et dans les limites ci-après, conformément au plan qui restera annexé à la présente ordonnance.

A l'est, par une ligne droite tirée du clocher de Beaupte et passant par le clocher de Nay, jusqu'à la rencontre E de la ligne menée du clocher de Saint-Remi à celui de l'Essay;

Au sud, par ladite ligne de Saint-Remi à l'Essay, depuis le point E d'intersection ci-dessus jusqu'à l'intersection F d'une ligne passant par Saint-Patrice de Claidis et Lastelle et prolongée au delà de ces deux points;

A l'ouest, par une autre ligne droite tirée de l'intersection F ci-dessus, passant par Saint-Patrice de Claidis et Lastelle, et prolongée jusqu'à son intersection G avec une autre ligne droite menée de Beaupte à la Haie du Puits;

Enfin au nord, par une ligne droite menée de la Haie du Puits à Beaupte, depuis son intersection G avec la ligne

précédentes jusqu'au clocher de Beaulte, la lettre B, point de départ.

ART. II. Il sera planté des bornes aux frais du concessionnaire à tous les points des limites de sa concession où le préfet jugera nécessaire d'en placer; un procès-verbal de cette opération sera dressé en double expédition par l'ingénieur des mines du département, pour être déposé à la préfecture.

ART. IV. Conformément à l'article 3 de l'ordonnance du 16 juillet 1823, il paiera aux anciens exploitans des mines du Plessis une indemnité, qui sera calculée sur le degré d'utilité que présenteront, à l'époque de la reprise de l'exploitation, les travaux intérieurs qu'ils ont faits et la valeur des matériaux qui sont restés dans la mine, le tout de gré à gré ou à dire d'experts qui seront choisis par les parties ou nommés d'office.

Cahier de charges pour la concession des mines de houille du Plessis.

(Extrait.)

ART. Ier. Dans les trois mois qui suivront la notification de l'ordonnance de concession, les concessionnaires feront exécuter des sondages sous la surveillance de l'ingénieur en chef du département, de manière à s'assurer si les couches du terrain houiller qui a été exploité par les fosses C, D, E du plan (connues sous les noms de puits intermédiaire, puits Saint-Thomas et puits Sainte-Barbe) ne se relèvent pas au delà du chemin N. P. N. conduisant des forges à l'église du Plessis, afin de pouvoir déterminer, d'après ces sondages, les travaux qu'il conviendra d'entreprendre ultérieurement pour parvenir à la reprise et à l'exploitation desdites mines.

ART. II. Dans le délai de six mois, à partir de la notification de la concession, le concessionnaire adressera au Préfet du département de la Manche un plan exact et détaillé de la surface de la partie de sa concession où sont situés les travaux, dressé sur l'échelle d'un millimètre pour mètre, et sur lequel les orifices de tous les anciens puits et galeries seront géométriquement indiqués. Ce plan sera accompagné de deux profils qui feront connaître le nivellement du sol, en deux sens perpendiculaires, le niveau exact de l'orifice de chaque puits ou galerie et la profondeur

présumée de chacun de ces ouvrages, ainsi que l'inclinaison présumée des couches de houille. Dans une note qui sera jointe au plan, le concessionnaire indiquera les points où il lui paraîtra convenable d'ouvrir deux puits de reconnaissance à trois ou quatre cents mètres de distance l'un de l'autre. Le préfet, sur le rapport de l'ingénieur en chef des mines, autorisera, s'il y a lieu, l'ouverture des puits, qui seront commencés aussitôt et approfondis sans interruption jusqu'à la profondeur qui aura été déterminée dans l'autorisation. Ces puits seront mis en communication entre eux, et on percera des galeries d'allongement dans les diverses couches qu'ils traverseront, afin de reconnaître l'allure et la consistance de ces couches.

ART. III. Lorsque les dispositions de l'article précédent auront été exécutées, et au plus tard deux ans après la notification de la concession, le concessionnaire adressera au préfet du département les plans et coupes de l'intérieur de ses mines, dressés sur l'échelle d'un millimètre par mètre et divisés en carreaux de dix en dix millimètres. Ces plans seront accompagnés d'un mémoire indiquant le mode circonstancié des travaux que le concessionnaire se proposera d'entreprendre pour l'exploitation des couches de houille. L'indication de ce mode de travaux sera aussi tracée sur les plans et coupes.

ART. IV. Sur le vu de ces pièces et le rapport des ingénieurs des mines, le préfet autorisera l'exécution des projets de travaux, s'il n'en doit résulter aucun des inconvéniens ou dangers énoncés dans le titre 5 de la loi du 21 avril 1810, etc., etc.

ORDONNANCE du 20 mars 1828, portant que le sieur Lecour est autorisé à remettre en activité la verrerie à bouteilles de verre noir située sur la rive gauche du Lot, à Cahors, au faubourg de Cabessut (Lot), laquelle verrerie, alimentée par la houille, consiste en deux fourneaux de fusion et six fours de recuisson.

Verrerie de Cahors.

Haut-four-
neau
de Bourg-
neuf.

ORDONNANCE du 27 mars 1828, portant autorisation de construire un haut-fourneau sur l'étang de Bourgneuf, commune de Beaumont-la-Ferrière (Nièvre).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. I^{er}. Le sieur Behague est autorisé à construire un haut-fourneau, conformément au plan, qui restera joint à la présente, dans l'emplacement de sa forge de Bourgneuf, sur l'étang de Bourgneuf, commune de Beaumont-la-Ferrière, département de la Nièvre.

ART. II. Dans le mois de la notification de la présente, les forges de Bourgneuf, de Saint-Vincent-d'En-Haut, de Condy, de Saint-Vincent-d'En-Bas, et la petite forge de Sauvage, seront supprimées, ainsi que le sieur de Behague s'y est engagé dans sa demande.

Patouillet
d'Imécourt.

ORDONNANCE du 27 mars 1828, portant que le sieur Vassinhac-d'Imécourt est autorisé à établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, à Imécourt (Ardennes), un patouillet à roue, pour le lavage du minéral de fer.

Verrerie de
Forbach.

ORDONNANCE du 2 avril 1828, portant que le sieur Couturier est autorisé à établir une verrerie, destinée à la fabrication de verre à vitre et à bouteilles, située à Forbach (Moselle), et que dans cette verrerie, qui sera composée d'un four à huit pots et d'un petit four d'étendage, l'impétrant ne pourra consommer que de la houille dans le four de fusion, et du bois dans le four d'étendage.

ORDONNANCE du 2 avril 1828, portant que les sieurs Japy frères sont autorisés à établir, au territoire de Dampierre-outre-les-Bois (Doubs), sur une dérivation du ruisseau de la Feschotte, conformément aux deux plans, qui resteront joints à la présente ordonnance, une usine composée d'un feu et d'un ordon de martinets à trois flèches; ladite usine, chauffée à la houille et au bois, destinée à fabriquer des pièces de mécanique à l'usage des filatures et autres fabriques, et divers objets de serrurerie.

Usine à fer
de la Fes-
chotte.

ORDONNANCE du 2 avril 1828, portant que les sieurs et dame Pitté-Divernois sont autorisés à augmenter d'un haut-fourneau l'usine à fer de Ballerand, dont ils sont propriétaires dans la commune de Marsal (Haute-Vienne), et que cette usine, conformément aux plans de masse et de détails joints à la présente ordonnance, sera composée : 1^o. d'un haut-fourneau; 2^o. de deux feux d'affinerie avec soufflets à pistons mus par une roue hydraulique; 3^o. d'un gros marteau et d'un martinet, mus également par deux roues hydrauliques; 4^o. d'un feu de chaufferie pour le martinet; 5^o. d'un bocard et d'un patouillet.

Usine à fer de
Ballerand.

ORDONNANCE du 2 avril 1828, portant que le sieur Martial-Combescot-Devaux ou ses ayans droit sont autorisés à conserver et à tenir en activité l'usine de Violette, commune de Jumilhac-le-Grand (Dordogne), et que la consistance de cette usine, alimentée par la rivière de l'Isle, est et demeure fixée, conformément aux plans d'ensemble et de détails joints à la présente ordon-

Usine à fer
de Violette.

364 ORDONNANCES SUR LES MINES.

nance, en un haut-fourneau pour fondre le miné-
rai de fer au charbon de bois, et en deux affine-
ries pour l'affinage de la fonte de fer au char-
bon de bois.

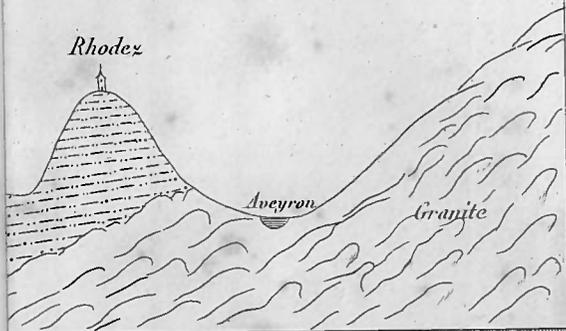
Usine de Vi-
mont-Plazac.

ORDONNANCE du 2 avril 1828, portant que le
sieur Floirac est autorisé à conserver et à tenir en
activité l'usine de Vimont-Plazac, commune de
Plazac (Dordogne), et que la consistance de
cette usine, alimentée par les eaux de l'étang de
Plazac, est et demeure fixée, conformément aux
trois plans d'ensemble et de détails joints à la
présente ordonnance, en deux hauts-fourneaux
pour fondre le minérai, allant au charbon de
bois, et en une affinerie pour la conversion de la
fonte en fer, alimentée également par le charbon
de bois.

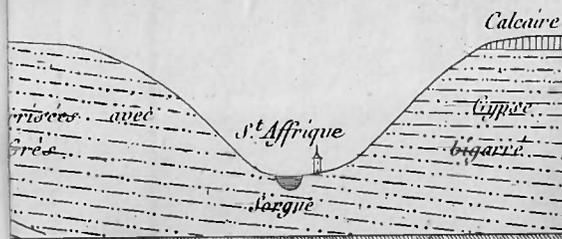
Usine à fer de
Secy.

ORDONNANCE du 2 avril 1828, portant que le
prince duc de Beaufremont est autorisé à con-
server et à tenir en activité les usines à fer qu'il
possède sur la rivière de Saône, commune de
Secy-sur-Saône (Haute-Saône), et que la consis-
tance de cette usine est et demeure fixée, confor-
mément aux trois plans qui resteront annexés à
la présente ordonnance : 1°. en un haut-four-
neau pour la fusion des minéraux de fer; 2°. en
trois feux d'affinerie pour la conversion de la
fonte de fer; 3°. en un feu de martinet pour la
fabrication du fer en petits échantillons; 4°. en
un laminoir avec sa chaufferie et ses cisailles, pour
la fabrication de la tôle, laquelle chaufferie ne
pourra être alimentée que par des combustibles
minéraux; 5°. en deux gros marteaux et un mar-
tinet pour le cinglage et l'étirage du fer.

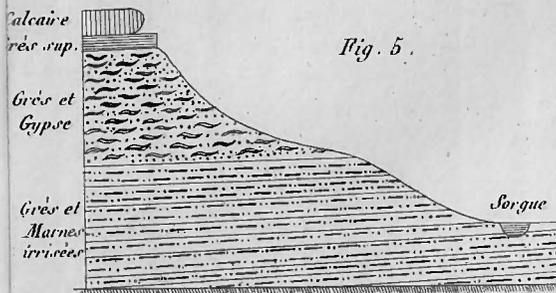
du Lias, dans le



Figure, des Marnes irisées et du Calcaire.



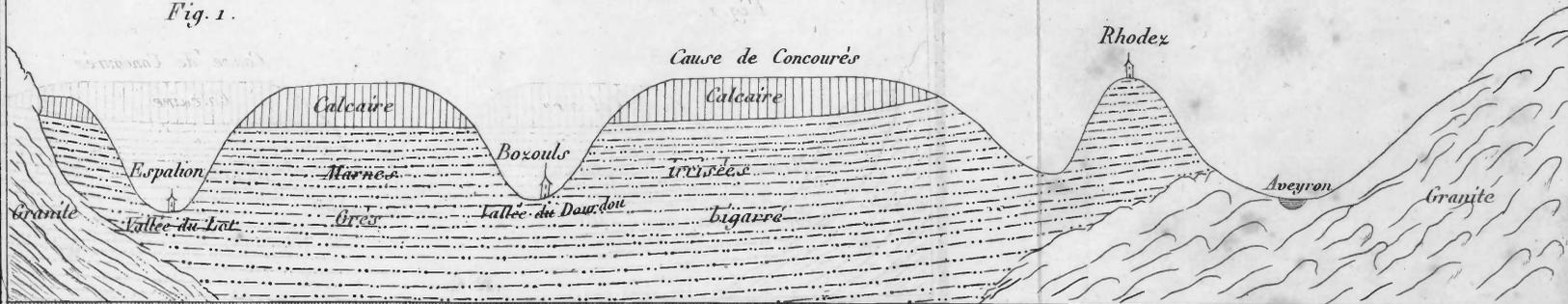
rique.



Coupe de la M^o de la Couète, Marnes, Cypres et Calcaire.

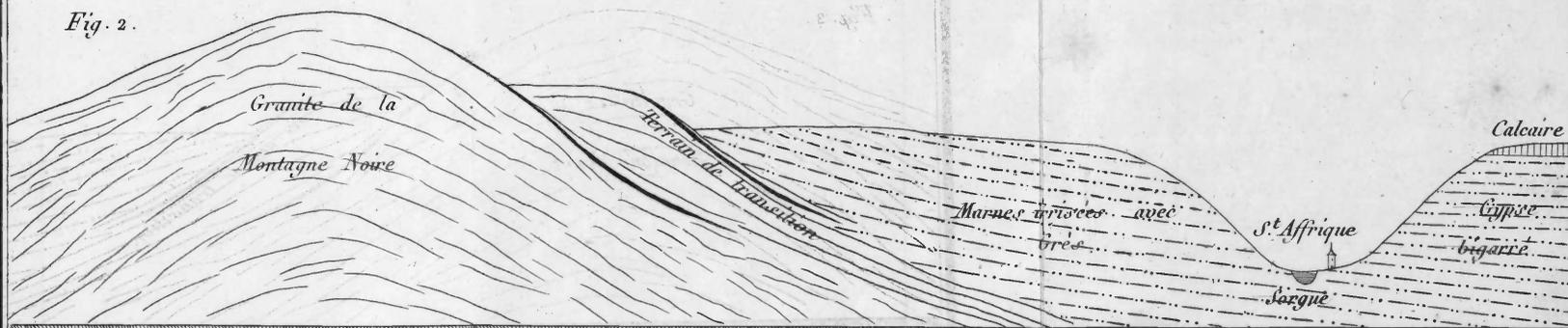
Disposition du Grès bigarré, des Marnes irisées, du Gypse et du Lias, dans le Sud-Ouest de la France.

Fig. 1.



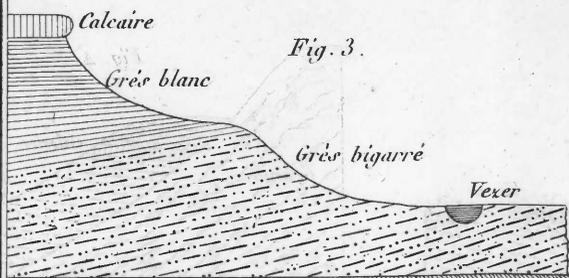
Coupe du Bassin secondaire entre Rhodéz et Espalion. Disposition du Grès bigarré, des Marnes irisées et du Calcaire.

Fig. 2.



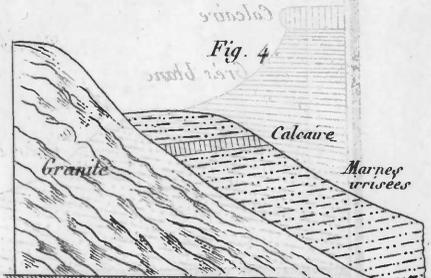
Coupe des terrains compris entre la Montagne Noire et St. Affrique.

Fig. 3.



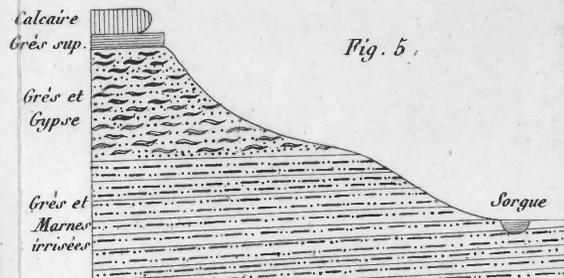
Coupe de la M^{gne} de la Grosse près Terrason.

Fig. 4.



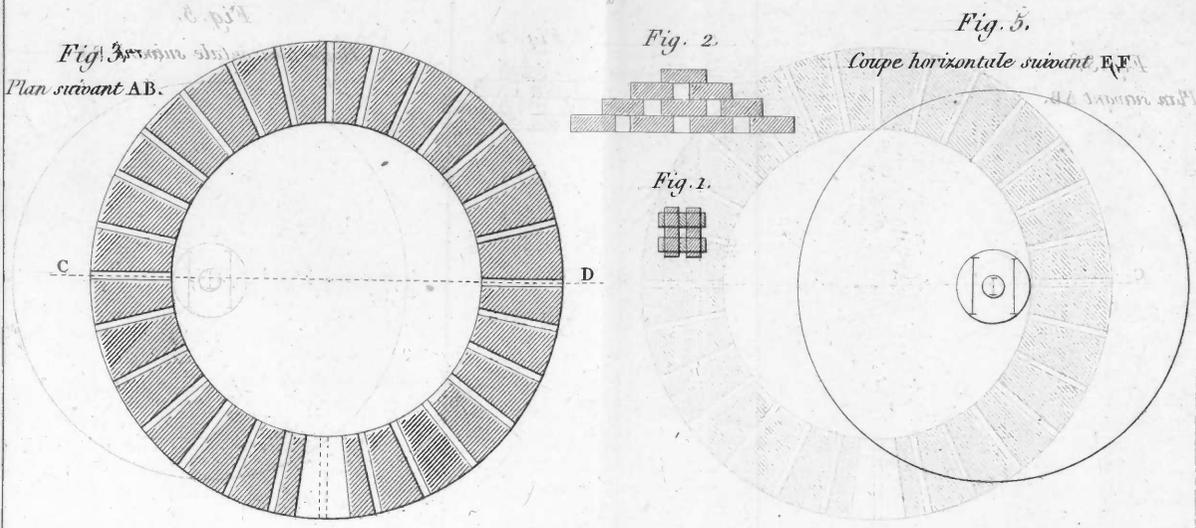
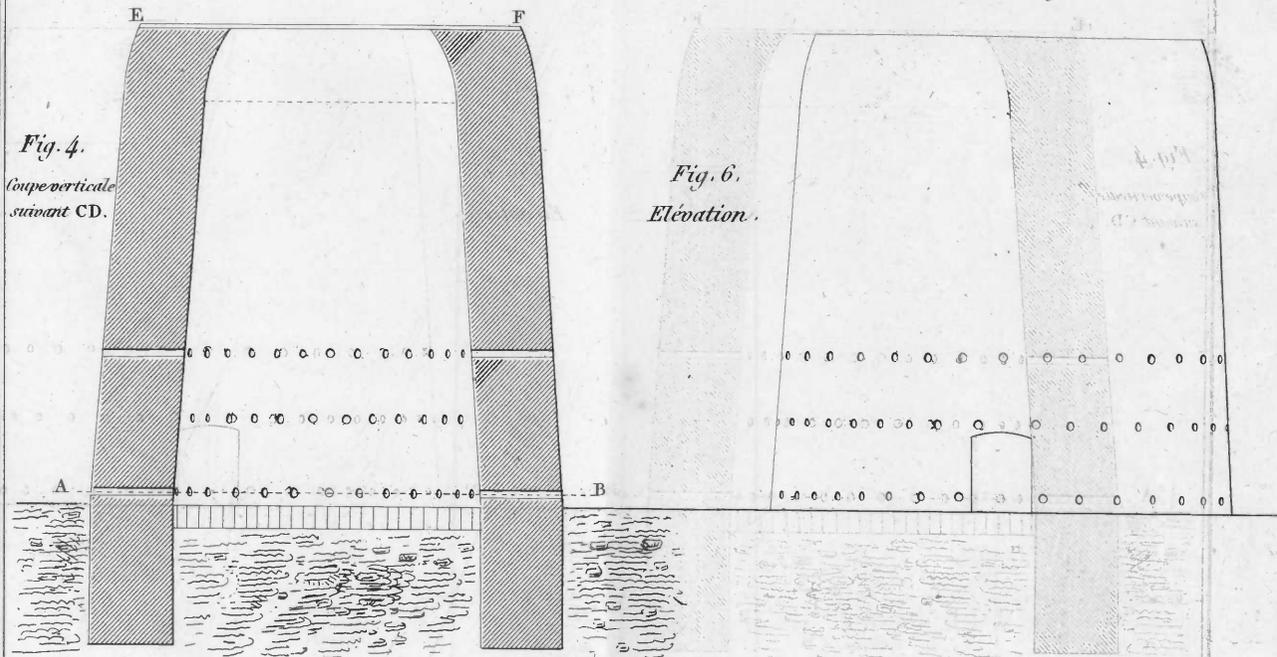
Cale. Magnésien dans les Marnes irisées près de Figeac.

Fig. 5.

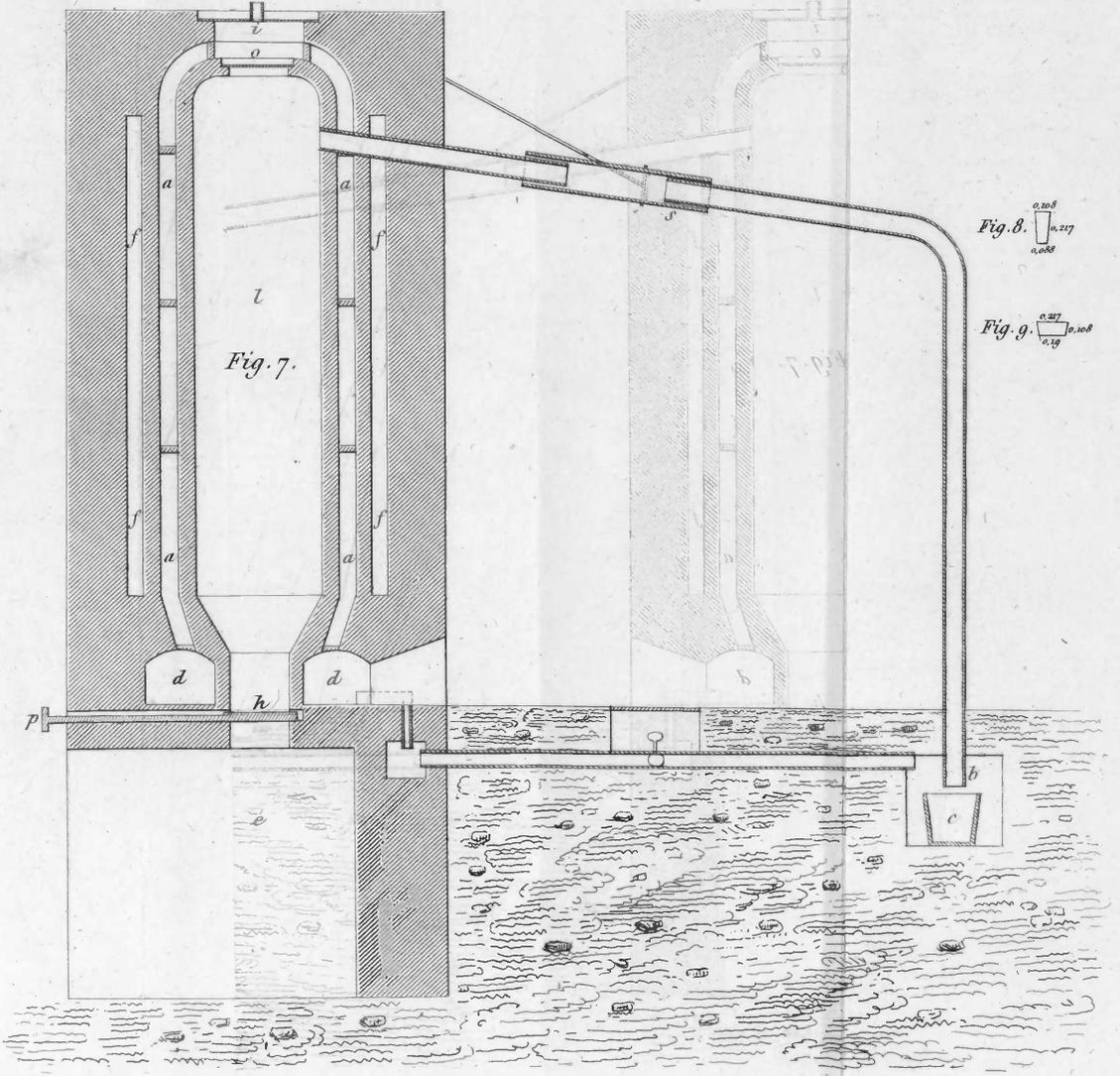


Coupe de la M^{gne} de la Couète, Marnes, Gypse et Calcaire.

Carbonisation de la Courbe à Rothau (dép^t des Vosges)



Carbonisation de la Courbe à Crony sur Courcq



Echelle de 0^m 02 pour Mètre.

Carbonisation de la Houille et Grillage des minerais en Angleterre.

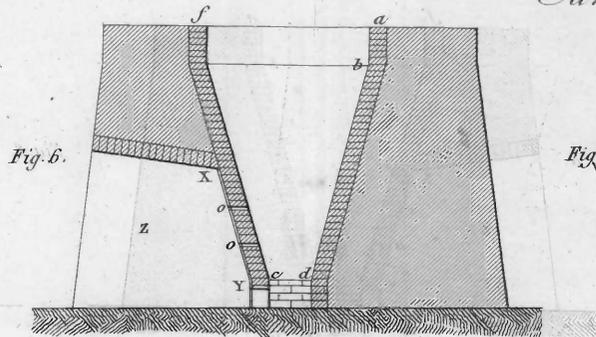


Fig. 6.

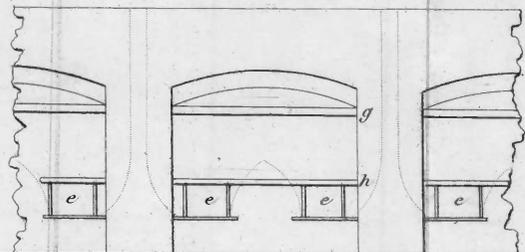


Fig. 8.

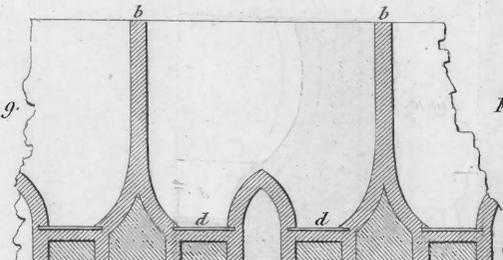


Fig. 9.

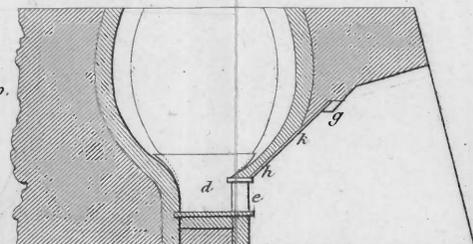


Fig. 10.

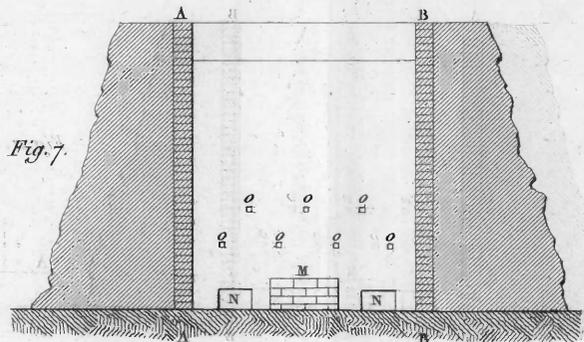


Fig. 7.

Fig. II.

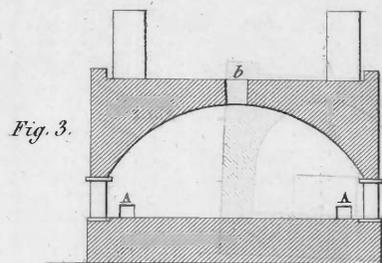
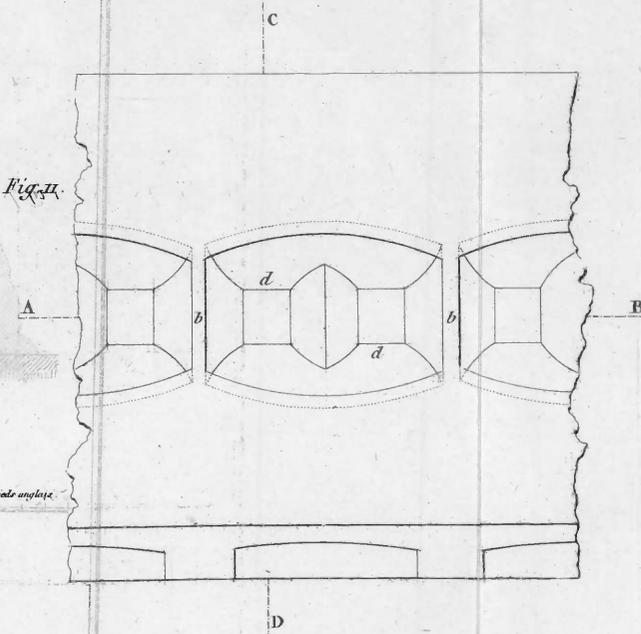


Fig. 3.

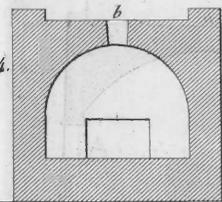


Fig. 4.

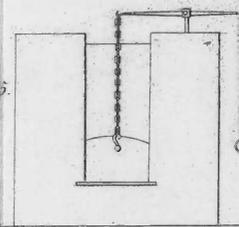


Fig. 5.

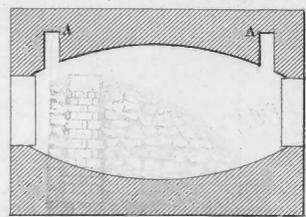


Fig. 2.

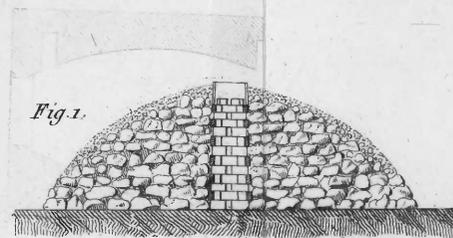


Fig. 1.

Echelles.



Chauffages des liquides par la vapeur de l'eau.

Fig. 1.

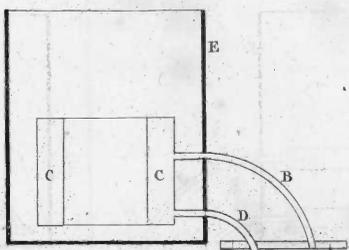


Fig. 3.

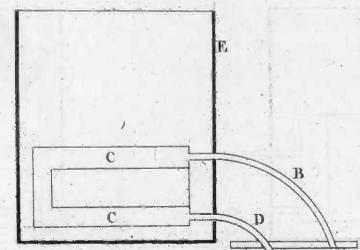


Fig. 4.

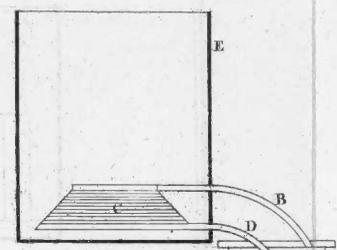


Fig. 5.

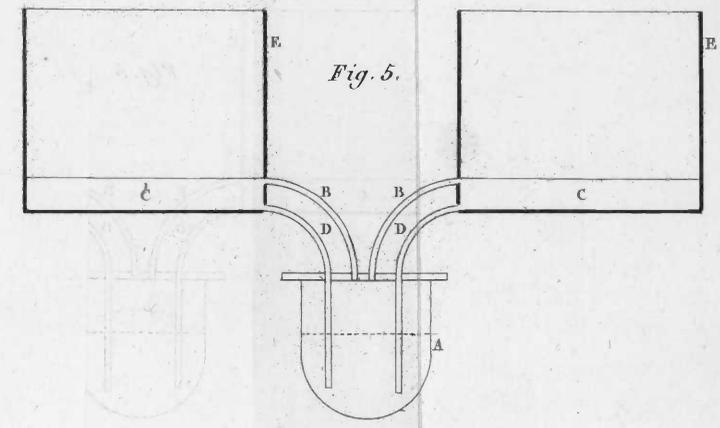


Fig. 2.

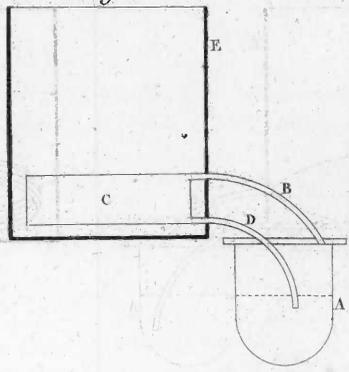


Fig. 8.

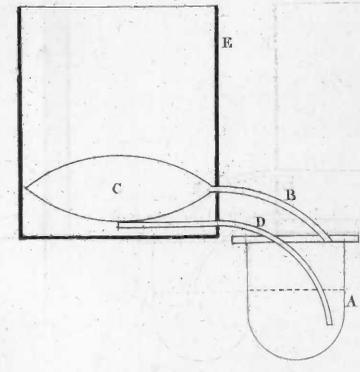


Fig. 6.

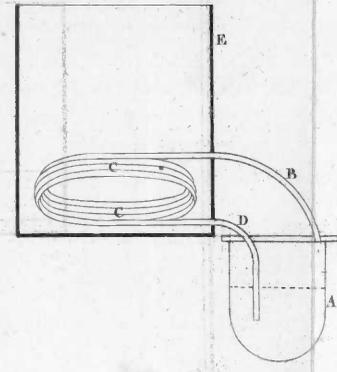
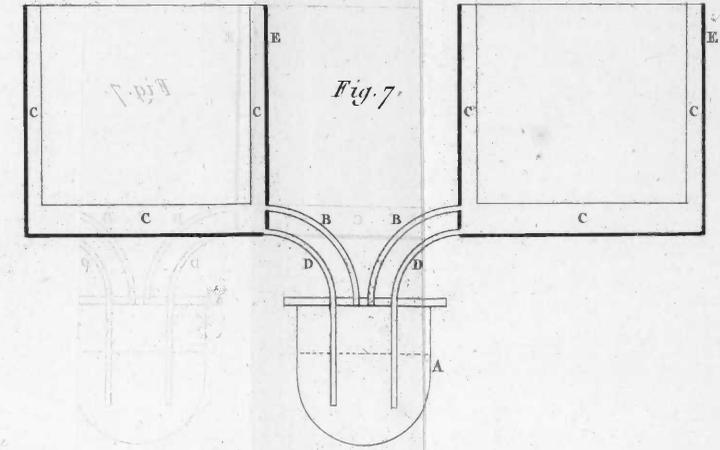


Fig. 7.



*Des formations secondaires qui s'appuient
sur les pentes méridionales des monta-
gnes anciennes du centre de la France.*

(Suite.)

Par M. DUFRENOY, Ingénieur au Corps royal des
Mines.

DES FORMATIONS JURASSIQUES.

§ 44. Les formations jurassiques forment sur les terrains anciens du centre de la France une ceinture presque continue, qui s'étend depuis le Rhône jusqu'à l'Océan. Les divers terrains dont nous comprenons ici l'ensemble sous le nom de *formations jurassiques* ne sont pas également abondans dans toute l'étendue que nous venons d'indiquer. Sur le versant qui regarde le Rhône, la partie la plus basse de ces formations constitue presque à elle seule une grande partie de l'espace compris entre ce fleuve et les montagnes de l'Ardèche.

L'analogie de position et les fossiles que l'on trouve dans le calcaire et les marnes de cette assise inférieure nous les font rapporter au lias des Anglais. Toutefois, en faisant ce rapprochement, nous n'avons pas l'intention de dire qu'il existe une identité complète entre les caractères et les fossiles que présente cette formation dans deux contrées aussi éloignées, nous voulons indiquer seulement que le lias, les calcaires et les marnes que nous allons décrire se sont déposés à la même époque et dans des circonstances semblables. A cette extrémité du bassin secondaire, le calcaire oolitique ne forme que quelques lam-

T. V, 3^e. livr. 1829.



beaux; du côté de l'Ouest, au contraire, le terrain de lias ne présente qu'une bande très étroite et les formations oolitiques y recouvrent une grande surface. Elles sont surtout très développées dans la zone comprise entre une ligne qui joindrait Cahors, Angoulême et Rochefort et une autre qui passerait par Figeac, Poitiers et les sables d'Olonne. Dans cet espace, on retrouve les trois grandes divisions des terrains anglais, chacune d'elles présentant des couches argileuses et des couches calcaires. Les fossiles répandus dans ces différentes assises sont en grande partie analogues à ceux qui existent dans les terrains anglais. Malgré le rapprochement que nous annonçons, on ne retrouve pas cependant une identité complète de caractères : ainsi, plusieurs des nombreuses subdivisions adoptées par les géologues anglais se voient rarement dans cette partie de la France, et quelques fossiles sont dans des positions un peu différentes. Ces nuances entre des terrains semblables ne doivent pas étonner quand on réfléchit que l'on compare des bassins éloignés l'un de l'autre et séparés par un massif considérable de terrains anciens. Des circonstances locales doivent en effet avoir toujours eu quelque influence sur ces dépôts, qui, quoique formés à la même époque et par les mêmes causes, n'appartiennent probablement pas à une seule nappe qui aurait recouvert à la fois toutes les parties des continents alors existans, et dont le niveau était le même.

La limite entre ces différens étages est souvent difficile à établir, surtout celle entre le lias et les formations oolitiques; peut-être cela tient-il à ce qu'il n'existe pas de couches argileuses qui mar-

Analogie avec
les
formations
anglaises.

quent cette séparation. On ne peut, il est vrai, avoir aucun doute quand on trouve de nombreuses gryphées arquées, comme dans quelques lieux; mais souvent cette formation n'est représentée que par des marnes qui n'en contiennent pas, et dans lesquelles on trouve à la fois des fossiles appartenant aux deux assises contiguës. Ce mélange nous annonce qu'il n'y a pas une plus grande différence entre le lias et les formations oolitiques, qu'entre les divisions de ces mêmes formations, et qu'on ne doit pas l'en isoler. Aussi nous proposons-nous de regarder les formations jurassiques comme composées de quatre étages, dont le premier serait le *lias*.

Le détroit qui sépare les terrains anciens de la Vendée de ceux du centre de la France pourrait peut-être faire naître une pensée un peu différente de celle que je viens d'émettre. En effet, dans cet espace, entièrement occupé par les formations jurassiques, elles constituent une double chaîne, dans laquelle on observe une pente vers le nord et une vers le sud. Sur chacun de ces deux versans, on retrouve les trois étages de l'oolite, le centre étant occupé par la partie inférieure de ces formations; et quant au lias que l'on voit presque constamment former une lisière étroite à la limite des terrains anciens, il ne se montre pas au centre de cette chaîne; ce qu'on pourrait présumer si réellement il formait, ainsi qu'on vient de le dire, la base de tout ce terrain calcaire.

Pour donner une idée des terrains qui nous occupent, nous allons indiquer plusieurs coupes, prises à des distances assez éloignées les unes des autres; nous réunirons dans ces coupes les trois

Lias intimement lié à Poolite.

Ordre de la description.

étages oolitiques; mais nous en séparerons le lias, à cause de quelques considérations particulières. Nous les décrirons en marchant de l'est à l'ouest. Cet ordre géographique, qui permet de suivre plus facilement la description sur une carte, offre en outre ici encore l'avantage de rapprocher les formations qui présentent le plus d'identité de caractères.

Grès inférieur au lias paraissant associé à cette formation ?

§ 45. *Du lias et des marnes qui occupent sa partie supérieure.* — Avant d'entrer dans la description du lias, je donnerai quelques détails sur un grès (1) qui me paraît associé à cette formation, et qui forme une bande presque continue à la séparation du granite et des formations jurassiques.

Aux environs d'Alloue près Confolens, aux Chéronies, et, on peut dire, sur toute la lisière du terrain ancien depuis la Châtre, où finit le terrain houiller, jusqu'au delà de Brives, on trouve presque constamment à sa séparation avec la formation jurassique un grès blanc qui correspond exactement, tant par sa position géologique que par ses caractères extérieurs, avec le terrain que M. de Bonnard a décrit sous le nom d'*arkose*. Ce grès est composé de quartz hyalin, de parties feldspathiques et d'un ciment en général marneux, mais quelquefois siliceux. La silice qui sert de ciment est, dans quelques cas, en si grande proportion, qu'il est impossible de dire si la roche est encore un grès; elle passe à un jaspe fort abondant dans quelques points. Ces grès sont associés avec des argiles et contiennent, ainsi

Caractères de ce grès.

(1) M. de Bonnard a déjà fait connaître le grès dont il est ici question dans un mémoire sur une formation métallifère dans le sud-ouest de la France.

qu'elles, de la baryte sulfatée, des veinules de substances argileuses, différant essentiellement des argiles par leur composition. La substance *rose de Quincy*, la *nontronite* et l'*halloysite*, minéraux que M. Berthier a fait connaître, sont dans ce gisement. Ils présentent, les uns et les autres, une composition analogue : ce sont des silicates contenant une grande proportion d'eau. Les argiles qui accompagnent le grès ont aussi quelque rapport avec ces substances : ainsi beaucoup d'entre elles renferment une très grande proportion d'eau, dont une partie ne peut être chassée par un simple dessèchement; l'alumine qui entre dans leur composition est facilement attaquée par les acides, ce qui fait croire que cette substance est à l'état d'hydrate : ces argiles sont en outre très douces au toucher, translucides sur les bords, et paraissent participer d'un dépôt chimique; elles sont d'un blanc grisâtre et de couleur ocreuse.

Le grès dont nous venons de donner la description paraît, au premier abord, appartenir à de vastes alluvions; mais on reconnaît bientôt qu'il est au dessous du lias. Quelquefois on le voit passer pour ainsi dire au calcaire, de sorte que l'on a un grès calcaire à la séparation. Outre ce grès, dont la position est certaine, il m'a paru, autant qu'on peut en juger sans avoir vu de superposition directe (1), qu'il en existait un semblable au dessus du calcaire, c'est à dire qu'en

Deux grès, l'un inférieur au lias et l'autre supérieur ?

(1) M. Manès, ingénieur des Mines en résidence à Limoges, a parcouru ce pays avec le plus grand soin. Il est occupé dans ce moment à la rédaction d'un mémoire qui éclaircira cette question intéressante, et dans lequel il se propose aussi de faire connaître les formations jurassiques avec détail.

couplant les couches en sens inverse de leur inclinaison, j'ai retrouvé des espaces assez considérables occupés par du grès après avoir vu des couches de calcaire appartenant à l'oolite inférieure, et le lias venait ensuite. On voit très bien cette disposition en allant d'Angoulême à Confolens, dans le département de la Haute-Vienne.

Entre Angoulême et Confolens.

En effet, depuis Angoulême jusqu'à Saint-Claud, nous avons traversé les différens étages oolitiques. Le pays, depuis ce dernier endroit, est composé de grès qui se prolonge jusqu'à Chantressac, situé sur les bords de la Charente. Des couches de calcaire et de marnes lui succèdent, et un grès semblable reprend entre Chantressac et Confolens. Ce dernier s'appuie directement sur le granite, il est métallifère. On trouve également, dans le département de l'Indre entre Lignéres et Saint-Julien-de-Thevé, des espaces considérables occupés par des grès paraissant supérieurs au calcaire à gryphites qui se montre dans ce dernier endroit. Entre la Châtre et Saint-Martin-d'Aschères, sur la route de la Châtre à Châteauroux, on rencontre de même un grès après avoir traversé le pays, dont le sol est formé de lias, et avant d'arriver aux formations oolitiques. Cette constance dans la position relative du grès et du calcaire ne m'a pas paru, d'après la forme du terrain et l'inclinaison des couches, pouvoir être attribuée à la dénudation, qui, en ravinant un plateau, nous aurait offert plusieurs retours de ces deux roches (1). D'abord, il existe une assez

Entre la Châtre et Châteauroux.

(1) La seule circonstance qui pourrait contredire l'opinion de deux grès, l'un inférieur et l'autre supérieur au lias, serait de regarder ce dernier comme d'alluvion; mais il est trop semblable à celui immédiatement au dessous du lias pour que je puisse l'adopter. J'ajouterai en outre que

grande différence entre les calcaires qui me paraissent placés au dessus et au dessous du grès, puisque je regarde les uns comme faisant partie de l'oolite inférieure, et les autres comme représentant le lias; ensuite, j'ai trouvé hors de place à la surface du terrain de grès des coquilles siliceuses (moules de trochus, plagiostome, peigne) qui se rapportent au terrain oolitique, et qui paraissent appartenir au grès: il suit donc de cette position qu'il y aurait au dessus et au dessous du lias des couches de grès que des caractères assez semblables permettent de rapprocher, et qui appartiendraient à cette formation.

Coquilles dans le grès supérieur?

Le grès inférieur est métallifère. Il contient dans beaucoup d'endroits de la galène, de la blende et du manganèse oxidé. Dans plusieurs points, ces métaux ont été l'objet de recherches; aux Chéronies, situées à une petite distance de Confolens, on a exploité de la galène disséminée tantôt dans le grès même, qui est solide et très siliceux, tantôt dans de l'argile associée au grès. Cette argile, de couleur ocreuse, passe pour ainsi dire à un jaspe par un endurcissement, dû à de la silice. Le grès contient de petits faisceaux de baryte sulfatée; cette substance se trouve en outre dans l'argile.

Métaux dans le grès inférieur.

Aux Chéronies.

Aux environs de Melle, dans le département des Deux-Sèvres, la galène existe dans un gisement semblable.

A Melle.

A Alloue, près Confolens, où l'on exploite aussi de la galène, cette substance n'est plus disséminée dans le grès, qui se trouve cependant à peu

A Alloue.

je viens de voir dans le département du Calvados, où M. Hérault a eu la bonté de me servir de guide, un grès semblable placé entre l'oolite inférieure et le lias.

de distance de la mine, et sur lequel on marche depuis une lieue de Confolens jusqu'à Alloue : ici, le minéral est associé à une roche siliceuse, noire, opaque, semblable à un jaspé noir, formant une bande épaisse dont il est difficile d'affirmer la position relativement au calcaire dont nous allons parler, quoique cette bande soit immédiatement en contact avec lui : tantôt cette bande est verticale, et paraît couper les couches comme un filon, tantôt elle est parallèle aux couches, et semble former une veine : dans ce cas, elle se divise quelquefois en plusieurs rameaux, et se fond même dans le calcaire, qui devient très dur, et fait alors feu au briquet. A ces derniers caractères s'en joignent encore d'autres qui paraissent rapprocher l'âge de la bande siliceuse de celui du calcaire. Il renferme quelques coquilles semblables à celles qui se trouvent dans le calcaire. J'y ai recueilli quelques térébratules, des fragmens de peignes, de limes (*L. gibbosa?*), un moule intérieur d'avicule et un moule d'oursin se rapprochant des galérites. Ces coquilles sont à l'état siliceux; il est vrai qu'en supposant la bande siliceuse le produit d'une infiltration, on pourrait de même y rencontrer des fossiles. La galène et la blende sont disséminées dans cette roche en parties tellement ténues, qu'à peine on les distingue par un léger luisant métallique.

Le calcaire d'Alloue forme des couches assez épaisses séparées par des lits minces d'argile. Il est jaunâtre, assez dur, se délitant mal; il contient des peignes, des térébratules, des ammonites et des bélemnites; ce dernier fossile s'y trouve en assez grande abondance. D'après ses caractères extérieurs, ce calcaire a toujours été regardé comme fort ancien; il me paraît appartenir à l'assise

Bande siliceuse métallifère.

Coquilles dans le jaspé.

oolitique inférieure, peut-être aux couches supérieures du lias.

Aux environs de Thiviers, dans le département de la Dordogne, le manganèse oxidé est exploité dans des argiles et dans un grès dont la position est analogue à celui des Chéronies. Les argiles contiennent des rognons de manganèse oxidé, des rognons de jaspé et de la baryte sulfatée. Le grès auquel les argiles sont associées est blanchâtre, composé de grains siliceux, de grains feldspathiques et d'un ciment marneux. Il est recouvert immédiatement de couches de calcaire dolomitique appartenant à l'oolite inférieure. Il existe encore des veinules de manganèse dans le calcaire, qui, lui-même, est souvent tacheté de points de cette substance. Le jaspé en contient également, nous avons trouvé quelques échantillons de cette dernière roche à l'état d'oolite.

D'après les détails que nous venons de donner sur le grès métallifère, on peut dire que, malgré qu'il soit presque toujours inférieur au lias, il paraît à peu près de même âge que cette formation, et dans notre opinion il y est associé : il représenterait alors certains quadersandsteins, qui ne sont autre chose que le grès de cette formation.

Nous rappellerons maintenant que nous avons indiqué ci-dessus, en parlant du grès bigarré, qu'il existe presque constamment des couches de grès blanc à sa partie supérieure dans les bassins de Saint-Afrique et des environs de Terrasson. Ces grès, assez souvent métallifères, se rapportent peut-être à la formation qui nous occupe, malgré qu'ils paraissent plus liés intimement avec le grès bigarré qu'avec le grès du lias, qui a été dé-

Manganèse oxidé dans ce grès.

signé quelquefois sous le nom de quadersandstein; on ne donne ce rapprochement qu'avec beaucoup d'incertitude, aucun fait positif ne venant l'appuyer: il en serait alors de même du grès de Chessy, que l'on regarde comme associé au groupe du grès bigarré; dans le cas où il ferait réellement partie de ce dernier système, il doit en être regardé comme l'assise la plus moderne, supérieure aux marnes irisées, et dès lors très voisin du lias.

Lias des environs d'Aubenas et d'Alais.

§ 46. J'ai annoncé, au commencement de cet article, que le lias était plus abondant sur le versant E du plateau central que dans les autres parties de ce vaste dépôt secondaire. Il existe surtout le long des montagnes de l'Ardèche et de la Lozère. Le véritable lias ne se montre qu'en peu de points, je l'ai vu près d'Aubenas et près d'Alais. Les marnes qui occupent en Angleterre l'assise supérieure de cette formation sont au contraire très développées dans cette partie de la France. Le lias repose indistinctement sur le terrain ancien, le grès houiller et le grès bigarré; souvent à la séparation du terrain calcaire et de celui sur lequel il est placé, il existe de la dolomie.

Les fossiles sont rares dans cette formation surtout dans le calcaire, je n'en ai vu que près d'Aubenas et d'Alais⁽¹⁾; ils n'y sont pas disséminés indistinctement, ils s'y trouvent pour ainsi dire par nids. Aux environs d'Alais, ils existent principalement dans une montagne voisine de

(1) M. Teissier, médecin à Anduze, et M. Al. Brongnart, en décrivant, dans les *Annales des Sciences naturelles* d'octobre 1827, le terrain des environs de cette ville, ont annoncé qu'il y existait beaucoup de coquilles appartenant au lias.

Saint-Jean-du-Pin et dans une autre, située au sud de Salles, sur la rive droite du Gardon. Dans ce dernier endroit, les gryphites sont à l'état siliceux et présentent une structure concentrique, habituelle aux coquilles silicifiées. La roche qui renferme ces fossiles est un calcaire compacte, d'un noir assez foncé, présentant quelques parties grisâtres; il est très argileux et contient des lamelles spathiques, dues à des entroques. J'ai recueilli dans ce calcaire plusieurs autres fossiles qui appartiennent également à cette assise des formations jurassiques: ce sont des

Térébratules (*T. obsoleta*);
Plagiostomes (*P. punctata*);
Modiols (*ineditæ*);

Mélanie, se rapprochant de l'*hedingtonensis*;

Peignes, *pecten equivalvis*;

Pleurotomaire;

Des bélemnites (*B. sulcatus, apicicurvatus*);

Des ampullaires (*moules imparfaits*);

Et des ammonites (*A. Stokesii, Valcotii, Turneri, Humphresianus, etc.*)

Outre le calcaire dont je viens de parler, on trouve à Alais même un calcaire compacte, noir, traversé dans tous les sens de nombreuses veines de calcaire spathique qui lui donnent l'aspect d'un marbre; ce calcaire est tout à fait analogue à celui qui existe en si grande abondance dans les Alpes et qui a été associé pendant long-temps au zechstein. On trouve aussi une couche de calcaire très lamellaire, composée presque entièrement d'entroques. J'ai vu ce calcaire dans plu-

Calcaire avec entroques.

sieurs points, mais jamais dans les mêmes lieux où existait la couche contenant des gryphites, de sorte que je ne puis dire exactement sa position relative; elle doit, au reste, appartenir à la partie inférieure de cette formation, car on la trouve au dessous des calcaires marneux et des marnes, qui en forment la partie supérieure. Ces dernières roches occupent une grande surface, on les voit commencer près de Privas, et elles enveloppent presque toutes les Cévennes. On les retrouve formant des escarpemens considérables à la séparation des départemens de l'Aveyron et de la Lozère, du côté de Milhau. Ces marnes présentant dans cette partie de la France des circonstances très remarquables, je les ai décrites sous le nom de *calcaire à bélemnites*, dans un Mémoire publié dans le t. II des *Annales des mines*, nouvelle série. Je ferais donc une répétition inutile si j'entrais dans des détails circonstanciés sur cette formation dans cette partie de la France, je me contenterai d'en énoncer les principaux caractères.

§ 47. Les couches de calcaire noir ou gris de fumée, traversé d'une multitude de petits filons blancs, forment la base de la partie marneuse; au dessus, on voit un calcaire marneux noir et schisteux, rarement en couches, plutôt en vastes rognons aplatis et contigus. La surface de ces rognons devient blanchâtre par la décomposition à l'air; il se délite en fragmens irréguliers. Des couches nombreuses de marnes alternent avec ces calcaires marneux. Les marnes deviennent souvent dominantes; elles existent presque seules entre Aubenas et Alais: près de Saint-Brès, de Saint-Etienne de Fontbellion, on

Les marnes
sont très
abondantes.

Marnes supé-
rieures au
lias.

voit de belles coupes de ces marnes. Elles sont très schisteuses et se délitent facilement à l'air. Quelques unes, plus solides, donnent seulement de nombreux débris schisteux; le plus ordinairement il résulte de leur décomposition une foule de petits monticules coniques qui couvrent presque entièrement le sol, et lui communiquent une très grande aridité. Ces marnes sont très bitumineuses; elles dégagent une odeur fétide lorsqu'on les casse, cette odeur est très forte lorsqu'elles sont frappées par les rayons du soleil.

Elles contiennent peu de fossiles; on y trouve quelques ammonites aplaties, des plagiostomes, des térébratules et des bélemnites. Ce dernier, plus abondant, peut être regardé comme caractéristique de cette partie supérieure du lias, circonstance qui m'a engagé à lui donner le nom de calcaire à bélemnites dans le mémoire que j'ai indiqué ci-dessus.

Cette formation contient dans plusieurs endroits, notamment dans les environs de Durtfort, de la galène, de la blende et de la calamine disséminées en petits filets et en petits amas; ces minerais sont accompagnés de baryte sulfatée et de spath-fluor: la couche qui contient ces métaux est ordinairement à l'état de dolomie, ce que l'on reconnaît à son tissu grenu et à son éclat nacré. Souvent cette dolomie a l'apparence d'une brèche; mais on voit que cette disposition tient à des fissures nombreuses qui se sont faites dans tous les sens.

Les métaux ne sont pas répandus également dans toute l'épaisseur de cette formation; ils se

Caractères
généraux de
ces marnes.

Métaux dans
ces marnes.

trouvent principalement aux lignes de contact avec l'arkose, qui est interposée entre eux et le granite, ou à la séparation de cette dernière roche et du calcaire. Il existe également dans l'arkose et dans les parties extérieures du granite, de sorte qu'ils paraissent être, dans ces trois gisemens, dus à la même cause qui les aurait répandus dans ces surfaces de contact. Malheureusement il est très difficile d'observer la relation que peuvent avoir ces gisemens, à cause des terrains meubles qui proviennent de la décomposition, soit du granite, soit de l'arkose.

Gypse dans
cette forma-
tion.

Dans quelques endroits, notamment à la Salle près de Saint-Hippolyte-du-Gard, cette formation paraît contenir du gypse en assez grande abondance. On voit en effet cette substance former des amas sur le calcaire à bélemnites; ce gypse, associé avec des marnes, est rarement recouvert par le calcaire; dans les environs de Durban, on voit un gypse tout à fait semblable recouvert par le même terrain, de sorte qu'il n'est pas douteux qu'il n'appartienne à la formation du lias.

Couches de
combustible.

Ces marnes contiennent en outre des couches de combustible analogue à la houille par ses caractères extérieurs. On en exploite dans l'arrondissement de Milhau et dans celui de Mende (Lozère). Les mines principales sont celles de Saint-George-de-Lusençon, de Cantorbe et de la Liquisse. Ces couches de houille se trouvent dans la partie supérieure de ces marnes, de sorte qu'on ne peut assurer positivement si elles appartiennent au lias, ou si elles ne dépendent pas plutôt des couches inférieures du système oolitique. Le passage insensible

que présentent ces deux formations dans les environs de Milhau et de Mende rend très difficile la solution de cette question : les fossiles appartiennent en partie à l'un et en partie à l'autre : les principaux sont :

- Des gryphites, *gryphæa arcuata*, lias;
 ————— *obliquata*, lias et oolite;
 Des peignes (*Pect. equivalvis*, Sow.), lias;
 Térébratules (*T. obsoleta*), id.;
 ————— *ornitocephala*, oolite inférieure;
 Modioles inédites, id.;
Melania Hedingtonensis ?? oolite moyenne;
Nucula clariformis, marnes du lias;
Plicatula spinosa, id.;
Plagiostoma punctata, lias;
Spirifer Walcotii, *asper*, lias;
Avicula inæquivalvis, marnes du lias.

Principaux
fossiles de ces
marnes, etc.

Des bélemnites nombreuses parmi lesquelles on distingue :

- B. sulcatus*, *apicicurvatus*, id.;
 ————— *pistiliformis*;
Trochus imbricatus, lias;
Turbo ornatus, id.;

Des moules de pleurotomaires et d'ampul-
laires.

Une grande quantité de moules d'ammonites, parmi lesquels on reconnaît les espèces suivantes :

- A. Walcotii*, *Stokesii*, *Turneri*, lias,
A. falsifer, *Humphresianus*,
A. elegans, oolite inférieure.

En suivant cette formation le long du terrain ancien, on voit qu'elle disparaît à la hauteur de

Beziens. Les terrains tertiaires qui ont pris une grande extension dans cette partie du bassin secondaire ont recouvert toutes les formations jurassiques jusque près de Bruniquel, situé à la limite des départemens de l'Aveyron et de Tarn-et-Garonne. A partir de cette ville, le lias forme des escarpemens nombreux sur les bords de l'Aveyron jusqu'à Villefranche. On le voit alors presque sans interruption ceindre les montagnes du Limousin, et on le retrouve sur la pente de la Vendée, à Saint-Maixent, Niort, Fontenay, Sainte-Hermine et aux sables d'Olonne. Souvent il ne forme qu'une lisière assez mince. Les marnes noires existent rarement : le calcaire à gryphites est souvent d'un gris jaunâtre dans cette partie de la bande et les marnes qui le recouvrent y sont aussi moins colorées.

Bords de
l'Aveyron.

§ 48. Les bords de l'Aveyron, depuis Bruniquel jusqu'à Villefranche, sont bordés d'escarpemens qui nous fournissent les moyens d'étudier la nature du calcaire à gryphites, ainsi que sa position relative avec les grès inférieurs et les formations oolitiques qui le surmontent. A une petite distance de Bruniquel, on voit le calcaire à gryphites reposer immédiatement sur le grès de la forêt de la Grésigne. Les premières couches sont grenues et dolomitiques. Cet accident dans la composition du calcaire se retrouve à Villefranche, où il est même plus prononcé. Il présente un éclat nacré et un tissu grenu et friable qui le font distinguer facilement. Ces couches de dolomie sont peu épaisses et aussi régulières que les autres couches du terrain. On les retrouve sur une grande longueur ; un système de

marnes schisteuses brunes, friables et se délitant à l'air, recouvre immédiatement les petites couches de dolomie que l'on ne voit qu'au contact du grès. Ces marnes schisteuses, entièrement analogues à celles des Cévennes, sont pour nous une raison de rapporter ces dernières au lias. Elles contiennent en effet une grande quantité d'ammonites caractéristiques de cette formation, des bélemnites, des pentacrinites et des gryphées arquées. Les marnes qui occupent une grande épaisseur, et dans lesquelles le lit de l'Aveyron est creusé, alternent, ainsi que le représente la *fig. 4*, Pl. VIII, avec des couches minces, d'un calcaire brunâtre fétide, très compacte et assez pesant. Il ressemble beaucoup au fer carbonaté des houillères ; il se délite comme lui en fragmens qui, à l'air, deviennent d'un gris sale. Ils s'arrondissent par les angles, et se décomposent concentriquement. Il ne contient presque point de fer, à l'exception de celui qui provient des pyrites assez nombreuses dans ce calcaire. Ces couches solides, épaisses de 3 à 8 pouces, sont d'une régularité et d'un parallélisme parfaits. Elles sont distantes l'une de l'autre de 6 à 8 pieds. Ces marnes schisteuses alternent aussi avec des couches de lignite trop minces pour être mises à profit, mais dont la présence nous confirme dans l'opinion que nous avons émise ci-dessus, que le combustible exploité aux environs de Milhau appartenait à cette formation.

Ces couches de marne, assez inclinées à l'approche des terrains de grès, font seulement un angle de quelques degrés avec l'horizontale

dans les escarpemens qui bordent l'Aveyron.

Elles sont recouvertes immédiatement par un calcaire brun, bleuâtre, fétide, très coquiller, qui passe, vers son extrémité inférieure, aux marnes schisteuses. Ce calcaire se délite à l'air en fragmens lenticulaires, il y perd sa couleur et passe au jaunâtre. Il contient une très grande quantité de fossiles appartenant la plupart au lias, ainsi qu'on s'en convaincra par la liste que je donnerai plus bas. Ce calcaire, moins épais que les marnes, est quelquefois peu coloré, comme à Villefranche : il est alors fort esquilleux.

Un calcaire compacte, jaunâtre, très coquiller, forme la partie supérieure de cette formation ; il passe, à son extrémité inférieure, au calcaire schisteux. Il est recouvert, dans quelques endroits, par des argiles d'un gris jaunâtre un peu micacées, dont je ne saurais dire exactement l'âge géologique ; elles se lient si intimement avec celles au dessous et avec les couches qui les recouvrent, et qui dépendent de l'étage oolitique inférieur, qu'il est difficile d'assurer à laquelle des deux assises des formations jurassiques elles appartiennent. Ces argiles micacées contiennent une très grande quantité de gryphites, dont les unes se rapportent à la gryphée *cymbium*, à la gryphée *obliquata*, *Macculochii* et *gigantea*.

Le calcaire oolitique recouvre ces argiles, nous en indiquerons la nature en parlant de ces formations, § 54.

Fossiles principaux recueillis dans les marnes de Bruniquel et des environs de Villefranche.

- Des gryphées (*gryphæa arcuata, obliquata, Macculochii, cymbium et gigantea*) : ces deux dernières sont dans les couches supérieures ; Analogie des fossiles avec ceux du lias.
- Des peignes (*P. equivalvis*), plusieurs inédits ;
- Des plagiostomes (*Pl. sulcata, punctata*) ;
- Des térébratules (*T. tetraedra, obsoleta*) ;
- Des spirifères (*Sp. Valcotii*) ;
- Des modioles (*M. scalprum*), deux inédites ;
- Des avicules (*Avic. inequivalvis*) ;
- Des pholadomes ;
- Des lutraires (*Lutr. ambigua, gibbosa* ?) ;
- Des trigonies (*Trig. striata*), une inédite ;
- Des limes (*Lima antiqua*), une inédite ;
- Des pinnes marines, . . . *id.* ;
- Des nucules (*Nuc. clariformis*) ;
- Des pentacrinites (*P. caput Medusæ*) ;
- Des bélemnites (*B. apicicurvatus, sulcatus, pistiliformis*) ; cette dernière est dans les couches supérieures ;
- Des pleurotomaires (*Pl. anglicus*) ;
- Des trochus (*Tr. imbricatus*) ;
- Des ammonites dont la surface est souvent pyritisée, elles sont très abondantes et fort variées ; nous en avons recueilli au moins vingt espèces différentes. Les seules que nous ayons pu reconnaître sont : l'ammonite *Valcotii*, *Turneri*, *Stokesii*, *falsifer* et *Humphresianus*.

§ 49. Les marnes schisteuses que nous venons d'indiquer près de Bruniquel et de Villefranche n'accompagnent pas toujours la formation du lias ; près de Terrasson on ne les voit

Environs de
Terrasson.

pas, et cette formation est réduite à quelques couches de calcaire que je vais faire connaître. Il est entièrement analogue à celui de Chessy, près Lyon : il se montre couronnant les montagnes de grès bigarré; souvent la couche immédiatement en contact est dolomitique, ce que l'on reconnaît à son tissu un peu caverneux.

Les montagnes de la Gresse et d'Issandon, que j'ai déjà eu l'occasion d'indiquer en parlant du grès bigarré, Pl. IV, fig. 3, fournissent les meilleures coupes de ces formations. Après une couche un peu grenue, on trouve un calcaire marneux, compacte, ordinairement de couleur claire, quelquefois d'un gris de fumée assez foncé. Souvent le même bloc présente des nuances différentes, et le calcaire est alors comme marbré.

Des couches d'un calcaire compacte, jaunâtre, à cassure conchoïde, succèdent à celui-ci. On trouve ensuite un calcaire jaunâtre, carié, contenant beaucoup d'entroques; des bélemnites, quelques ammonites, des peignes et des térébratules; au dessus existent des couches minces d'un grès compacte, dont la position dans cette partie du bassin secondaire est assez constante. Ce grès est recouvert immédiatement par une couche de 2 à 3 mètres d'épaisseur d'un calcaire gris jaunâtre très solide, composé presque exclusivement de gryphites. Ces coquilles y sont si nombreuses, qu'à peine on peut voir le calcaire dans lequel elles sont empâtées. Ces gryphées se rapportent, d'après M. Lefroy, qui a eu la complaisance de les examiner, à l'espèce *Mac-*

culocchii; il est probable qu'elles appartiennent au lias : il se pourrait cependant que ces couches fissent déjà partie de l'oolite inférieure qui recouvre tout le plateau.

§ 50. Dans les environs de Confolens, de Niort et de Fontenay, les caractères du lias se rapprochent peut-être encore davantage de ceux de l'oolite inférieure que celui de Terrasson. On voit dans quelques points des couches de calcaire noir alterner avec des marnes également très bitumineuses; mais le plus ordinairement il n'existe à la partie inférieure des formations oolitiques que quelques couches de marnes grises que l'on devrait peut-être associer de préférence avec elles qu'avec le lias. Elles contiennent ordinairement beaucoup de bélemnites, quelques gryphées se rapprochant de la gryphée arquée, et une très grande quantité d'une petite gryphée que je n'ai vue nulle part que dans cette partie de la France : elle est striée près du crochet.

On trouve en outre dans ces marnes :

Des peignes (*P. equivalvis*);

Des plagiostomes (*P. gigantea*?), variété : il est un peu plus bombé);

Des térébratules;

Des ammonites et des encrines, un peu différentes des pentacrines du lias.

Les formations oolitiques s'avancent presque jusqu'au terrain ancien; lorsqu'elles ne reposent pas dessus immédiatement, on voit les couches marneuses dont je viens de parler, et souvent un grès et des roches siliceuses au dessous. Je pourrais multiplier beaucoup les exemples relatifs

Environs de
Niort et de
Fontenay.

au lias ; mais comme cette formation présente partout les mêmes caractères, je me bornerai à ceux que je viens d'indiquer.

Formations
oolitiques.

§ 51. *Des formations oolitiques.* Sur la pente de l'Ardèche et des Cévennes, ces formations ne présentent que quelques lambeaux qui recouvrent les plateaux formés par le lias. A l'époque où j'ai parcouru ce pays, je croyais qu'elles occupaient une grande partie de l'espace compris entre les montagnes que je viens d'indiquer et le Rhône. J'ai reconnu depuis que le calcaire que je regardais comme appartenant à cet âge géologique renfermait beaucoup de coquilles du groupe de la craie, et que des calcaires semblables reposaient, dans d'autres localités, sur les assises les plus modernes des formations jurassiques.

La position de ces calcaires et la présence des coquilles qui se rapportent au groupe de la craie m'ont conduit à ranger dans ce dernier terrain beaucoup de calcaires que j'avais regardés comme oolitiques, lorsque je visitai cette partie de la France, il y a quatre ans. Il en résulte que le pays compris entre les montagnes anciennes et le Rhône serait composé principalement de lias et de calcaire correspondant aux assises les plus anciennes du terrain de craie. Il y existerait en outre quelques petits dépôts de terrains oolitiques et de terrains tertiaires.

Dans cette contrée, les formations oolitiques sont représentées par un calcaire lamellaire contenant une très grande quantité d'entroques. On le voit reposer sur le lias et sur les marnes qui en dépendent et recouvrir les sommités des collines.

Près d'Aubenas elles se réduisent à un calcaire à entroques.

nes qui bordent l'Ardèche aux environs d'Aubenas ; il est ordinairement rougeâtre ; dans quelques endroits, il est associé à du minéral d'oxidé rouge en grains. Quelquefois ces couches spathiques recouvrent immédiatement le terrain ancien. Il est alors difficile de les distinguer d'une couche également très mélangée d'entroques appartenant au lias, si ce n'est par les fossiles qu'elle renferme. Près d'Uzer, ce calcaire contient une grande quantité de petits galets provenant du terrain ancien sur lequel il repose, ils sont presque tous feldspathiques. Dans cette localité, on y trouve des ammonites tellement abondantes que la roche en est quelquefois presque entièrement composée : elles appartiennent à plusieurs espèces. Les principales sont :

Ammonites elegans ;
Ammonites annulatus.

J'ai recueilli aussi quelques térébratules (*T. ornitocephala, obsoleta*). Une coquille qui me paraît devoir être rapportée au genre *modiolo* et une aux *unio*, d'après la ressemblance de ce fossile avec un que j'ai recueilli près de Villefranche, ce serait l'*unio crassissimus*.

Près de la Chapelle, entre Aubenas et Uzer, le calcaire spathique rougeâtre contient quelques bélemnites, des térébratules, et quelques fossiles très imparfaits dont je n'ai pu reconnaître le genre, leur surface est bituminisée. D'après les renseignements que M. Gervois, élève-ingénieur des mines, a bien voulu me communiquer, un calcaire compacte gris clair et gris jaunâtre re-

couvre le calcaire spathique ; il paraît appartenir également aux formations oolitiques.

§ 52. En continuant à suivre la lisière des terrains anciens, les formations oolitiques prennent une plus grande extension ; elles montrent des couches supérieures à celles que je viens d'indiquer, mais appartenant toujours à l'étage inférieur, le seul qui existe dans cette partie de la France. En allant des environs de la Salle ou de Saint-Hippolyte du Gard vers Cette, à travers la montagne du Causse, on voit cette formation sur une grande épaisseur, et avec des caractères constamment les mêmes. Les couches oolitiques reposent en stratification concordante sur le lias, qui est assez fortement incliné aux environs de Saint-Hippolyte (de 30 à 40° vers le sud-est). Cette inclinaison diminue peu à peu en avançant vers la mer, et à Montpellier les couches ne sont pas loin de l'horizontalité. La limite entre le lias et les couches oolitiques est assez difficile à saisir ; cependant vu d'une certaine distance, on s'aperçoit très bien, à la couleur du terrain, que les collines qui se trouvent sur la rive gauche de la Vidourle passant à Saint-Hippolyte sont différentes de celles qui surmontent la rive droite. Celles-ci se rattachent à la montagne du Causse, la plus élevée du pays, composée entièrement de l'étage oolitique inférieur.

Le calcaire qui se trouve à la base de ces escarpemens est très marneux ; ordinairement bleuâtre, il se délite facilement et passe à des marnes, quelquefois un peu micacées, circonstance analogue à celle observée, aux environs

Formations
oolitiques
entre Saint-
Hippolyte et
Montpellier.

Étage infé-
rieur.

de Milhau et de Villefranche, dans des marnes placées à la séparation du lias et des couches oolitiques. Ces marnes contiennent des parties plus dures que la pâte sous forme de rognons : les fossiles sont rares, je n'y ai vu que quelques térébratules, des ammonites peu nombreuses, toujours aplaties, et un moule de coquille turritellée.

La montée qui conduit du bourg de Pompignan au vaste plateau du Causse présente une alternative réitérée de ces marnes et de couches de calcaire marneux. Ce plateau et le massif qui le surmonte, connu sous le nom de l'*Hermitage-aux-loups*, sont formés de calcaire compacte un peu esquilleux, et de calcaire qui se délite en plaques assez épaisses. Ce dernier est oolitique, ses grains, fort irréguliers, sont compactes, et la pâte qui les enveloppe est un peu spathique. Au milieu du calcaire compacte il existe quelques couches oolitiques dont les grains, qui font corps avec la pâte, ne s'aperçoivent qu'à une légère différence dans la teinte ; lorsque le calcaire est un peu ferrugineux, les grains oolitiques ressortent davantage.

En descendant au sud pour se diriger vers Montpellier, les couches, coupées presque à pic, présentent des escarpemens considérables, dans lesquels on ne voit absolument que du calcaire compacte, jaunâtre, quelquefois esquilleux. Vers le bas, il existe une petite couche de calcaire très chargée d'oxide de fer, et qui passe à du minéral de fer oxidé rouge en grains ; au bas de ces escarpemens, on retrouve du calcaire marneux et des marnes argileuses, qui forment le sol du pays

Marnes et cal-
caire mar-
neux.

presque plat, situé entre Valflaunes et Montpellier; elles sont seulement recouvertes dans quelques points par un conglomérat calcaire très moderne. Les calcaires compactes dont je viens de parler se prolongent jusqu'à la mer. C'est dans cette roche qu'existe la brèche osseuse de Cette, elle y remplit une fente; dans cette espèce d'avancement, le calcaire compacte est plus dur et plus esquilleux, il est même quelquefois dolomitique, comme à Cette. Dans l'espace assez considérable que je viens d'indiquer, le calcaire ne contient que très peu de fossiles; je n'ai recueilli en deux jours que quelques ammonites imparfaites, et cependant j'ai vu une quantité innombrable d'échantillons, les rochers étant partout à nu et le terrain tellement recouvert de fragmens de calcaire que toute végétation est impossible. Les escarpemens à pic de la montagne du Causse m'ont de plus permis d'observer un grand nombre de couches, ayant, il est vrai, la plus grande uniformité.

Étage oolithique inférieur entre Montpellier et Bédaricux.

§ 53. On marche constamment sur les mêmes couches calcaires jusqu'aux environs de Bédaricux; elles disparaissent alors sous les formations tertiaires, qui s'avancent dans presque toute la longueur de la montagne Noire jusqu'aux montagnes granitiques. Les formations calcaires se montrent de nouveau près de Caussade et forment une bande continue jusqu'à l'Océan. Elles y sont beaucoup plus développées que sur la pente Est du terrain ancien, et présentent souvent les différens étages que l'on observe dans le nord de la France et en Angleterre.

Étage infé-

§ 54. Près de Villefranche, j'ai indiqué, à l'ar-

ticle relatif au lias, que l'on trouvait une couche argileuse micacée, qui contenait une assez grande quantité de gryphées, les unes appartenant à la gryphée oblique, les autres à la gryphée cymbium. Ces marnes me paraissent être la séparation des formations oolitiques et du lias; elles contiennent quelques nodules endurcis, dans lesquels il existe des bélemnites assez nombreuses, et des moules de plusieurs autres fossiles qui paraissent appartenir à l'étage inférieur de l'oolite; souvent la surface de ces moules est recouverte de très petits cristaux de chaux carbonatée, de sorte qu'ils sont difficiles à reconnaître.

rieur près
Villefranche.

Ces couches argileuses, que l'on pourrait peut-être comparer au sable de l'oolite inférieure, fournissent, dans plusieurs endroits, une argile propre à la fabrication des briques. Elles s'élèvent rarement au dessus du sol; cependant un peu après Villeneuve, on les voit, sur une épaisseur d'une vingtaine de pieds environ, dans une coupure faite pour la grande route de Villefranche à Figeac. L'argile est immédiatement recouverte, dans cet endroit, par un calcaire lamellaire brun rougeâtre très cristallin, dans lequel elle se fond; c'est à dire qu'on voit au milieu de cette argile des rognons de calcaire lamellaire, qui devient plus abondant à mesure qu'on s'élève et qui forme une épaisseur d'une centaine de pieds. Cette roche singulière, analogue au calcaire lamellaire que nous avons indiqué près d'Aubenas, est constante dans cette partie du bassin secondaire. On voit très distinctement sa position relative dans les escarpemens qui bordent l'Aveyron près de Brun-

Argile micacée avec gryphées cymbium.

quel; il en occupe le centre ainsi que le représente la *fig.* 3, Pl. VIII; il recouvre le lias dans lequel le lit de la rivière est creusé, et les calcaires compactes qui appartiennent à l'étage inférieur de l'oolite couronnent les sommités.

Ce calcaire n'est presque pas stratifié, il a l'air d'avoir été formé par une cristallisation en masse d'une dissolution chargée de beaucoup de parties sablonneuses. Il est difficile de croire que son tissu lamelleux soit dû au remplacement de corps marins, comme des entroques, les lames ayant souvent une assez grande surface. Il s'altère et se désagrège facilement; les surfaces long-temps exposées à l'air prennent un aspect qui tient à la fois de celui de la structure oolitique et arénacée. Il est fréquemment pénétré de cavités plus ou moins considérables; il y existe une foule de grottes. La facilité avec laquelle il se détruit est sans doute la cause de la forme en surplomb qu'il donne aux escarpements, ainsi que cela est indiqué dans la *fig.* 4.

Le plus ordinairement, ce calcaire lamellaire est recouvert immédiatement par de nombreuses couches de calcaire compacte, tantôt un peu argileux, tantôt dur et esquilleux. Quelques unes de ces couches sont légèrement oolitiques; les oolites, compactes comme la pâte, se distinguent mieux quand le calcaire a été long-temps exposé à l'action de l'air. Les minerais de fer remplissent souvent des cavités à la surface de ce calcaire: ceux qui alimentent l'usine de Bruniquel sont dans cette position.

Le calcaire oolitique est ordinairement peu développé dans ces escarpements; cependant à

Mauriac, situé à peu près à une demi-lieue de Villeneuve, son épaisseur est assez considérable, et il fournit des pierres de taille de bonne qualité. Dans les carrières exploitées près de ce village, on voit les couches à découvert sur à peu près 25 pieds de puissance. Les plus inférieures sont composées d'une oolite blanche, très régulière, dont les grains ronds, de dimensions uniformes, sont gros au plus comme la tête d'une épingle; ils sont terreux comme on le voit assez habituellement dans l'oolite de cet étage. Cette oolite forme plusieurs couches de 2 à 3 pieds de puissance; elle contient très peu de fossiles, j'y ai recueilli seulement quelques térébratules plissées; elle est pénétrée d'une assez grande quantité de petites géodes de chaux carbonatée. Les couches supérieures des carrières de Mauriac sont aussi oolitiques; mais leurs grains, moins réguliers, sont souvent compactes et se confondent avec la pâte, qui est légèrement colorée en rouge. On trouve dans cette couche supérieure une assez grande quantité de fossiles, surtout à sa surface, couverte d'inégalités, dues la plupart à des madrépores saillans. Cette couche m'a semblé assez analogue au calcaire à polypiers qui forme la partie supérieure des carrières de Caen; elle correspondrait alors au *corn-brash* des formations anglaises.

Les fossiles que j'ai recueillis dans ce calcaire sont :

Des peignes (*pecten obscurus*, *P. fibrosus*, variété, peut-être même une espèce nouvelle: un autre *inédit*);

Des térébratules (*terebratula subrotunda*, *perovalis*, *tetraedra* et *concinna*);

Couches oolitiques à Mauriac.

Oolite avec polypiers. Corn-brash ?

Des plagiostomes (*P. punctata*?... *ovalis*);
 Des modioles (*M. cuneata*?);
 Des unios (*U. crassissimus*);
 Des moules de mélanies (*M. striata*?);
 Des ammonites très rares (*Am. annulatus*?);
 Des patelles inédites;

Des oursins très petits, ils sont à la surface de la couche supérieure;

Quelques branches informes de madrépores et des sections d'encrines.

Couche de fer
oolitique
dans l'étage
inférieur.

C'est à cette couche qu'on doit rapporter l'oolite ferrugineuse qui forme une couche régulière dans ce terrain. On la retrouve en plusieurs points, notamment à Montbazens, près Aubin, et sur les bords du Lot, où elle est exploitée pour le service des usines établies récemment dans l'Aveyron. Outre cette oolite ferrugineuse, dans laquelle le métal est à l'état d'oxide rouge et de silicate de peroxide, il existe aussi une couche d'un minéral de fer d'un gris verdâtre, qui est également un silicate de fer. Ce minéral est entièrement semblable à celui d'Aumets, traité dans les usines de M. de Vendel, près de Metz : il se trouve aussi dans une position analogue. Le minéral de fer rouge contient quelques térébratules (*T. concinna*? *ornithocephala*) et des ammonites.

Des couches de calcaire compacte très schisteux recouvrent tout le terrain des environs de Mauriac, et occupent la partie supérieure des carrières. Il donne des plaques assez grandes, dont les habitans se servent pour couvrir leurs cabanes et pour former des séparations dans les champs.

Si de Villeneuve on se dirige vers Cahors, en côtoyant le plus possible le Lot, on suit cons-

amment les escarpemens à pic qui surmontent ses rives. Jusqu'à Saint-Cricq, on voit une très grande uniformité dans ces escarpemens. Ils sont composés de couches de calcaire compacte d'un gris clair, alternant avec des couches de calcaire compacte un peu argileux. Ces couches, dont l'épaisseur moyenne est à peu près de 8 pouces, présentent une grande régularité; on les voit se prolonger sur les deux rives du Lot.

Les sommités sont recouvertes par un calcaire oolitique dont les grains sont assez rares. Il se délite en petites plaques par l'action des changemens de saison. Le manque presque total de fossiles dans les couches de calcaire compacte qui forment le bas des escarpemens empêche de reconnaître la place qu'elles occupent dans le système oolitique; mais la continuité que ces couches présentent avec celles de Villefranché et de la Madeleine, situées plus haut sur les bords du Lot, les fait rapporter à l'étage oolitique inférieur. Ce calcaire renferme, près du village de Cadrieu, une couche de combustible de mauvaise qualité. Il occupe le bas de l'escarpement, et se trouve entre deux couches de calcaire compacte gris, sans intermédiaire d'argile schisteuse noire bitumineuse. La puissance de la couche est environ de 2 pieds $\frac{1}{2}$; le centre, sur une épaisseur d'à peu près 15 pouces, est de charbon assez parfait, mais mélangé de pyrites. La partie supérieure et inférieure est un lignite, dans lequel on aperçoit encore le tissu ligneux; les pyrites y sont très abondantes, elles se décomposent à l'air, de façon qu'il faut consommer le charbon presque à mesure qu'on l'exploite. Cette couche se prolonge

Couche de
combustible
dans l'étage
inférieur.

sur une étendue de 2 kilomètres environ dans les escarpemens qui bordent le Lot : on la retrouve près Cajarc, et à Vessiers sur l'autre rive du Lot. Après ce lieu, on ne la voit plus; les couches plongeant vers le sud-ouest, sa régularité fait présumer qu'elle s'enfoncé avec le terrain.

Un peu avant d'arriver à Saint-Cricq, le calcaire oolitique, qui ne formait que les sommités, existe au bas des escarpemens, il n'occupe qu'une faible épaisseur; il est recouvert immédiatement par des couches de calcaire compacte, plus argileux que celui de Cadrieu, un peu bitumineux et présentant une cassure terreuse. Ces couches de calcaire alternent avec des marnes schisteuses fort abondantes; quelquefois aussi, comme aux environs de Vers, ces couches schisteuses sont associées à des couches argileuses blanches. Le calcaire compacte est néanmoins la partie dominante de tout ce pays. Les coquilles, sans être nombreuses dans ces couches compactes, sont cependant plus abondantes que dans les couches compactes et oolitiques qui existent avant Saint-Cricq. Nous y avons trouvé des moules

- De térébratules (*T. perovalis*);
- De plagiostomes (*Pl. lævisculum*);
- De nérinées;
- De lutraires (*Lutraria ambigua*);
- De pinnes marines;
- Et quelques polypiers.

Nous avons recueilli dans plusieurs endroits des plaques minces très schisteuses, contenant des empreintes de petites coquilles imparfaites qui

Etage moyen!
Entre Ca-
drieu et
Cahors.

paraissent être des nucules. Nous les avons retrouvées constamment dans la même position dans plusieurs endroits. La surface de ce calcaire est recouverte de rugosités spathiques paraissant dues à des fossiles; on y distingue de petites coquilles spirées, probablement de nérinées et quelques petits corps analogues à des coraux. Les coquilles que je viens de citer ne sont pas précisément caractéristiques, mais cependant elles existent dans l'étage oolitique moyen. C'est aussi à cette assise que nous rapportons les couches qui les contiennent, moins par la présence de ces fossiles, que par leur position entre les calcaires que nous avons indiqués près de Villefranche, de Mauriac et de Villeneuve, comme appartenant à l'étage inférieur, et ceux de Cahors qui font partie de l'oolite supérieure. Dans ce cas, l'étage moyen serait représenté ici seulement par des couches de calcaire compacte et de calcaire marneux.

La ville de Cahors, située sur les bords du Lot, est environnée de tous côtés d'escarpemens à pic fort élevés de calcaire compacte argileux. Si on ne considérait que les caractères extérieurs de ce calcaire, on serait porté à le regarder comme appartenant aux parties anciennes des formations oolitiques, surtout quand on pense qu'il n'existe presque aucune transition entre cette roche et les calcaires que nous avons indiqués comme représentant l'étage inférieur. Mais la présence de certains fossiles nous conduit à l'associer à l'étage le plus moderne. Ce rapprochement est presque changé en certitude si on suit les formations jurassiques depuis Cahors jusqu'à la mer.

Environs de
Cahors.

Etage supé-
rieur.

Dans le bas des escarpemens, le calcaire est compacte, d'un gris jaunâtre assez clair; il forme des couches très régulières de 8 à 20 pouces de puissance, séparées seulement par des lits très minces d'argile; les couches sont presque horizontales: cependant quand on les voit sur une grande étendue en même temps, on reconnaît qu'elles plongent vers le sud-ouest, de sorte qu'en avançant dans cette direction on marche sur des couches plus modernes. Ce calcaire présente rarement des filons spathiques; dans ce cas, ils sont très minces et souvent perceptibles seulement par le sens de la cassure. A une certaine hauteur des escarpemens, il existe une couche de marne schisteuse d'un gris foncé, paraissant contenir beaucoup de bitume, pétrie d'une immensité de petites gryphées de l'espèce *gryphæa virgula*; elles y sont tellement abondantes, que lorsque la marne est enlevée à la surface, les gryphées se touchent de tous côtés et forment pour ainsi dire le squelette de la couche. On voit cette couche dans la montée de la grande route de Paris, à un quart d'heure environ du pied de la côte. Outre les gryphées, on trouve encore dans cette marne des térébratules (*T. perovalis*). Les couches qui recouvrent les petites gryphées sont moins régulières que celles du dessous; elles sont souvent composées de parties tendres et de parties dures qui se décomposent inégalement; elles sont très fétides et paraissent bitumineuses. Les gryphées virgulées se prolongent dans les calcaires supérieurs à la couche de marne; on les retrouve aussi sur une grande épaisseur dans ceux qu'elles recouvrent, elles y sont à la vérité fort rares; il y existe en outre quelques autres

Argile avec
gryphées vir-
gulées très
abondantes.

fossiles, dont les principaux sont des pinnes marines (*pinna granulata?*) des mytilus (*mytilus solenoides*), pholadomies (*Ph. acuticosta*), et des nérites qui paraissent appartenir à des espèces inédites. Dans l'escarpement sur lequel est bâti le château de Mercues, en descendant le Lot, les couches marneuses à gryphées virgulées sont très chargées de bitume et passent dans quelques endroits à un lignite terreux. A une petite distance du pont de Rodes, la même couche est aussi très chargée de matières végétales; partout elle se présente à peu près avec la même épaisseur, et dans la même position relativement aux couches qu'elle recouvre et à celles qui lui sont supérieures.

Lignite dans
cette argile.

La gryphée virgulée existe dans les marnes bleues de Honfleur, correspondantes à l'argile de Kimméridge, couche qui sépare l'étage oolitique moyen du supérieur. D'après sa position constante à l'extrémité des formations oolitiques dans cette partie de la France (ainsi que nous le ferons ressortir dans les différens exemples que nous allons donner), nous sommes conduit à regarder ce fossile comme caractéristique de l'étage supérieur; seulement sa présence dans les couches qui se trouvent au dessous des marnes, où elle existe principalement, fait voir que le dépôt des formations oolitiques a eu lieu sans interruption, et que cette espèce commençait déjà à paraître dans les mers un peu avant la formation de l'étage supérieur du calcaire du Jura. Cet étage presque partout est réduit à ces couches.

Comparaison
avec l'argile
de Kimmé-
ridge.

§ 55. Les escarpemens nombreux qui encais-
sent la Dordogne, aux environs de Souillac, pré-

Environs de
Souillac.

sentent à la fois des calcaires compactes et des calcaires oolitiques, qui paraissent appartenir à l'étage moyen des formations oolitiques. En les suivant jusqu'aux montagnes anciennes, on retrouve les couches inférieures de ces terrains, qui atteignent une grande épaisseur. L'étage moyen est aussi beaucoup plus développé que dans les environs de Cahors. Après avoir traversé des calcaires gris assez foncé et des couches de calcaire compacte esquilleux, que nous regardons comme appartenant à l'oolite inférieure, on trouve des calcaires marneux, souvent schisteux, se délitant en plaques, au milieu desquels on voit quelques fossiles assez rares et difficiles à déterminer à cause de leur imperfection. Ceux que j'ai recueillis sont des térébratules, des lutraires (*L. ambigua*), des pholadomies (*Ph. Proteii*) et des isocardes (*I. transversa*) ; j'y ai trouvé aussi des plaques contenant de petites *nucules* comme sur les bords du Lot.

Près de Souillac, les couches deviennent oolitiques ; elles sont très développées dans les escarpemens qui bordent la Dordogne ; on peut les étudier aussi avec détail en suivant le sentier qui conduit à Sarlat en passant par Peyrillac et Carlus, où de nombreuses carrières ont été ouvertes pour la construction du pont de Souillac.

Les couches inférieures près de Souillac sont composées d'un calcaire compacte jaunâtre à cassure conchoïde, analogue, par ses caractères extérieurs, avec la pierre lithographique. On voit au dessus une oolite imparfaite, dans laquelle les grains sont tantôt ronds, tantôt irréguliers.

Étage moyen? De l'oolite. La masse de ce calcaire, vue à la loupe, est un peu cristalline, comme si les grains étaient agglu-

tinés par un ciment spathique. Les grains oolitiques, quelquefois très serrés, sont souvent éloignés les uns des autres, et l'on voit dans un même bloc des parties oolitiques et des parties compactes. Les couches oolitiques sont intercalées dans des couches compactes, auxquelles elles passent ; de sorte que certains calcaires qui paraissent entièrement compactes à l'œil nu offrent, quand on les regarde à la loupe, des parties compactes, arrondies, semblables à des grains d'oolite. Elles sont recouvertes par du calcaire également compacte, à cassure terreuse, et mélangé de parties spathiques ; il est traversé par de petits filons très minces, que l'on aperçoit seulement comme une ligne, mais qui déterminent la cassure suivant leur direction. Enfin on trouve, sur le sommet des coteaux et principalement près de Carlus, un calcaire compacte, esquilleux, formant des plaques assez minces. Il est très analogue à celui que nous avons déjà indiqué à plusieurs reprises, et contient de même des empreintes de *nucules*.

Les fossiles sont peu abondans dans ce groupe, les calcaires compactes lithographiques nous ont paru en être entièrement dépourvus ; au milieu de l'oolite on voit seulement quelques térébratules plissées ; des peignes (*P. obscurus*), et quelques tiges de coraux. Nous avons recueilli dans les calcaires compactes terreux deux ou trois échantillons de lutraires (*L. ambigua*), un moule de pholadomie et un oursin.

Le peu de fossiles que les calcaires des environs de Souillac contiennent, et la continuité qui existe entre eux et les calcaires inférieurs ne permettent pas d'assurer positivement la position

qu'ils occupent ; cependant, d'après l'ensemble de leurs caractères et surtout l'analogie qu'ils présentent avec ce que nous avons observé dans des parties où il était plus facile de reconnaître l'âge relatif des formations oolitiques, nous pensons qu'on doit le rapporter à l'étage moyen de ce groupe de formation.

C'est sur cet étage que reposent les sables inférieurs de la craie, de manière qu'ils paraissent avoir couvert la partie supérieure des formations oolitiques que l'on voit encore au Peyrat, distant seulement de quelques lieues de Souillac.

Les sables de la craie reposent sur l'étage moyen.

Formations entre Nontron et Angoulême.

§ 56. Entre Nontron et Angoulême, cette ville et Confolens, la bande de calcaire oolitique est fort épaisse, et les divisions qu'elle présente sont plus tranchées. Nous avons déjà dit que près de Confolens il existait immédiatement sur le terrain ancien un grès contenant de la galène disséminée dans sa masse. Le même phénomène se représente à Nontron. Cette bande est fort mince, le grès, quelquefois très solide, est presque entièrement siliceux. C'est dans cette variété que l'on a fait des recherches de galène ; lorsqu'il est peu adhérent, il est associé à des argiles qui contiennent du minéral de fer en grande quantité ; minéral qui est généralement regardé comme d'alluvion, mais qui appartient à cette formation à peu près de l'âge du lias. Le grès est recouvert immédiatement par des couches horizontales d'un calcaire très dur, paraissant siliceux, mais qui est à l'état de dolomie. Il est composé de grains très fins, ayant un peu l'éclat nacré, et il présente une infinité de petits trous. Ces couches, épaisses de 18 pouces à 2 pieds,

Arkose, dolomie, étage inférieur de l'oolite.

sont fort régulières ; on les retrouve sur une longueur de plus de deux lieues dans une position constante et avec une puissance uniforme. Rien dans la position de cette roche ne présente d'irrégularité ; elle renferme quelques moules assez rares et des impressions de coquilles difficiles à déterminer, à cause de la rugosité de leur surface, hérissée de très petits cristaux rhomboédriques ; cependant on reconnaît facilement des pecten, des térébratules et des nérites. Immédiatement au dessus, existent des couches d'un calcaire caverneux, contenant une très grande quantité de silex, les uns formant des rognons isolés qui se séparent très facilement de la roche, les autres au contraire se pénétrant de calcaire vers leurs extrémités et se fondant pour ainsi dire avec elle. Ces silex sont généralement assez foncés ; la partie inférieure de ce calcaire caverneux est aussi à l'état de dolomie. Il forme une assez grande épaisseur, car on le retrouve jusqu'auprès de Javerlach, situé à peu près à deux lieues de Nontron, et les couches sont assez inclinées vers ce bourg, qui est au nord-ouest. Des couches de calcaire compacte succèdent à celui qui contient beaucoup de silex ; elles sont recouvertes elles-mêmes par du calcaire oolitique, dans lequel les grains sont assez fins et assez réguliers ; souvent même ils sont compactes et ne peuvent se détacher de la pâte. Il y a cependant quelques couches minces, dans lesquelles les grains sont peu adhérents ; le calcaire alors marneux se délite à la gelée et ne donne qu'une très mauvaise pierre de taille. Les autres couches oolitiques fournissent au contraire d'excellens matériaux pour les constructions, aussi y voit-on de nom-

Silex abondans dans le calcaire.

breuses carrières. Le calcaire est souvent schisteux en grand, de manière à donner des plaques. Ces calcaires compactes et oolitiques ne présentent presque pas de fossiles, du moins nous n'avons pas été assez heureux, M. Debilly et moi, pour en recueillir, malgré que nous en ayons cherché avec beaucoup de soin. La chaîne de collines qui forme l'étage oolitique inférieur s'abaisse en avançant vers Marthon, et près de ce bourg, les escarpemens qui bordent la rive droite du Bandiat cessent; au contraire, un second chaînon, parallèle au premier, s'élève sur la rive gauche. On voit, par l'inclinaison du terrain qui est vers le sud-ouest, que les couches qui composent le second chaînon sont plus modernes que celles que nous venons de décrire. Le calcaire est encore oolitique; mais ses grains, au lieu d'être réguliers, sont de grosseurs très variables et faciles à désagréger. Ces couches sont associées avec des couches d'un blanc terreux, qui contiennent près de Grassac et de l'Age-Martin une très grande quantité de polypiers formant des espèces de bancs. Ces polypiers sont toujours transformés à l'état spathique, ils sont ordinairement baccillaires, et l'on aperçoit très bien leur structure étoilée. En comparant ces fossiles avec ceux qui existent en si grande abondance dans le coral-rag des Anglais, on n'aperçoit aucune différence entre eux, de sorte que la position de ces fossiles et leur nature conduisent à assimiler les couches qui les renferment dans l'un et l'autre pays. Outre les polypiers, on trouve quelques plagiostomes (*Pl. lævisculum*), des peignes, et une très grande quantité d'encrines. On ne rencontre plus ces fossiles après l'Age-Martin; le calcaire qui les

Étage moyen
à Marthon.

Couches à polypiers correspondant au coral-rag.

contenait est recouvert par des couches fort régulières d'un calcaire oolitique, blanc terreux, dans lequel les oolites ne sont pas très grosses et sont fort irrégulières. Il se désagrège assez facilement; néanmoins il fournit de bonnes pierres de taille: on y rencontre quelques fossiles; de petits plagiostomes sont les coquilles les plus abondantes; on y trouve aussi quelques moules de *cardium* et de *nérinées*. Nous avons recueilli deux ou trois *nérinées* ayant leur têt, et quelques unes transformées à l'état spathique. Ces dernières sont à la surface de plaques, et présentent la plus grande analogie avec ce que nous avons indiqué près de Cahors. Ces calcaires oolitiques blancs et tendres occupent une assez grande étendue, ils forment un plateau considérable entre l'Age-Martin et Bouex, ainsi qu'on le voit sur la *fig. 2*, Pl. VIII, qui représente la suite des terrains de Nontron à Angoulême. Près de ce village, les collines s'abaissent, le calcaire oolitique cesse, et un calcaire compacte argileux, entièrement semblable à celui de Cahors, forme le pays entre Bouex et le village de Sainte-Catherine, où commencent les grès inférieurs de la craie. Le calcaire marneux contient quelques petites gryphées virgulées, disséminées dans la pâte, comme nous l'avons indiqué près de Cahors. Nous n'avons pas vu dans la coupe que nous indiquons la couche de marne qui contient ce fossile en si grande abondance, mais en suivant la lisière des terrains de craie, on la trouve très développée entre Angoulême et Ruelle.

§ 57. Si d'Angoulême nous nous dirigeons vers Confolens, nous retrouvons les couches dans une position inverse. A la formation crayeuse qui se prolonge presque jusqu'à la vallée de la Touvre,

Couches oolitiques dans l'étage moyen.

Étage supérieur, argile avec gryphées virgulées.

Formations oolitiques entre Confolens et Angoulême.

succèdent des marnes contenant une très grande quantité de gryphées virgulées : le calcaire immédiatement inférieur en contient encore une très grande quantité, et ce fossile se prolonge ainsi sur une certaine épaisseur. Des couches de marnes et de calcaire viennent ensuite, celles-ci sont fort épaisses. Le calcaire forme des couches assez minces; il se décompose en fragmens arrondis, de manière que ces couches paraissent être composées de rognons; nous y avons observé quelques fossiles : les principaux sont des

Myes (*mya mandibulata*);

Pholadomies (*Ph. acuticosta*);

Mytilus (*M. solenoides*).

Un calcaire compacte, jaunâtre, très solide, succède aux couches marneuses; il contient une très grande quantité de polypiers semblables à ceux des environs de Marthon par les espèces auxquelles ils se rapportent, et par leur tissu spathique. La forêt de la Braconne, qui se prolonge presque jusqu'à la Rochefoucault, présente une quantité prodigieuse de ces fossiles. Audessus, le calcaire commence à être oolitique; un peu plus loin, près de Saint-Constant, il existe des carrières dans lesquelles on exploite des couches de calcaire oolitique à grains égaux et très réguliers. Il contient de nombreuses géodes de calcaire spathique. Le calcaire à texture oolitique se prolonge jusqu'à plusieurs lieues au delà de la Rochefoucault, un peu plus loin que Chasseneuil. Il lui succède un calcaire contenant une très grande quantité de silex analogue à celui que nous avons indiqué ci-dessus entre Nontron et Marthon. Enfin, en continuant à s'avancer vers le terrain ancien, on trouve du lias et les grès qui lui sont inférieurs.

Etage supérieur.

Etage moyen.
Coral-rag.

Etage inférieur.
Silex très abondant.

§ 58. En comparant cette coupe avec celle qui précède, on voit qu'on trouve d'abord à la limite des terrains anciens un calcaire avec silex, puis des couches considérables de calcaire oolitique dont les caractères extérieurs nous conduisent à le rapprocher de l'étage oolitique inférieur; on traverse ensuite des couches de calcaire contenant une très grande quantité de polypiers, associé avec du calcaire oolitique un peu terreux, et formé d'oolites irrégulières souvent assez grosses; des calcaires marneux alternant avec des couches de marnes succèdent aux calcaires contenant des polypiers; enfin le tout est recouvert par des marnes caractérisées par une abondance prodigieuse de petites gryphées virgulées. Cet ordre constant et les caractères des fossiles et des roches conduisent à supposer que les calcaires siliceux et les couches oolitiques qui les recouvrent, ainsi que les calcaires schisteux qui existent fréquemment au dessus, appartiennent à l'étage oolitique inférieur; que les couches de calcaire avec polypiers, les oolites blanches et irrégulières qui leur sont associées, et les couches de calcaire marneux et de marnes qui lui succèdent, représentent l'étage moyen; enfin que les marnes avec gryphées virgulées doivent être regardées comme représentant l'étage supérieur du système jurassique.

§ 59. A Angoulême, la bande du calcaire jurassique atteint une grande épaisseur, et forme une véritable chaîne qui sépare le bassin de craie de Paris de celui de la Saintonge. Elle présente une double pente, de manière que tous les ruisseaux qui sont au nord de la route de Comfouens à Niort, en passant par Civray et Melle, versent leurs eaux dans la Loire, et ceux qui sont au sud

Comparaison entre les deux coupes précédentes.

Formations oolitiques entre Poitiers et Angoulême.

viennent au contraire se réunir à la Charente. Le centre de cette chaîne est un plateau assez large, sur lequel est tracée la route que je viens d'indiquer. Il est composé de la partie inférieure de l'oolite, tandis que l'on voit sur les deux pentes l'étage moyen et l'étage supérieur. Le lias, qui forme une bande très mince, mais presque continue sur la limite du terrain ancien, ne se retrouve pas au centre de cette chaîne. Les couches plongent, les unes vers le nord, les autres vers le sud, sous une inclinaison assez faible, à la vérité, de 3 à 4 degrés. Cette disposition remarquable prouve que l'ordre que nous avons indiqué dans les formations oolitiques existe réellement, puisque les couches se représentent avec la même régularité des deux côtés de la chaîne.

Elles présentent une double pente.

Etage inférieur avec silex à Poitiers.

En allant de Poitiers à Angoulême, on peut, sans presque s'écarter de la route, étudier toutes les couches oolitiques. Les environs de Poitiers sont formés de l'étage inférieur. Les nombreux escarpemens qui entourent la ville, placée dans une espèce de presqu'île, présentent une très grande uniformité; les couches au niveau du Clain sont compactes et légèrement oolitiques : les oolites sont même compactes et se distinguent quelquefois assez difficilement de la pâte. Ce calcaire contient beaucoup de parties spathiques; ses couches, qui peuvent avoir d'un pied à un pied $\frac{1}{2}$ de puissance, sont fort régulières. En s'élevant dans les escarpemens, le calcaire cesse d'être oolitique; il est terreux, jaunâtre, tendre et dur par parties. Il contient de nombreux rognons de silex qui y forment presque des couches, tant ils sont abondans et placés près l'un de l'autre. Ces silex, de forme tuberculeuse, se fondent souvent dans la pâte du calcaire,

auquel ils donnent une très grande dureté, et ne peuvent en être séparés. La décomposition de ces calcaires, dont une partie est tendre, est fort irrégulière et présente des aspérités assez grandes. A la seule inspection de ces couches calcaires, on les rapporterait peut-être plutôt à l'étage moyen des formations oolitiques qu'à l'étage inférieur; mais la succession des couches entre Nontron et Angoulême, entre cette ville et Confolens, nous montre que le calcaire contenant des silex en abondance s'est trouvé toujours inférieur au calcaire caractérisé par la présence des polypiers. En outre, on suit cette bande de calcaire siliceux sans interruption, depuis Nontron jusqu'à Poitiers, de sorte qu'il n'est pas douteux qu'il soit inférieur à celui-ci. Les fossiles sont très rares dans les escarpemens qui entourent Poitiers; nous n'y avons vu que quelques fragmens de coquilles fibreuses. A une petite distance de cette ville, sur la route de Parthenay, des couches qui paraissent un peu supérieures à celles de Poitiers contiennent beaucoup d'ammonites et plusieurs coquilles bivalves.

Le calcaire de Poitiers se prolonge encore un peu au nord de cette ville, presque jusqu'au contact des grès inférieurs de la craie, qui n'en est séparée que par une bande très mince de l'étage oolitique moyen. Si on suit cette bande de calcaire un peu plus à l'Est, on voit très distinctement le calcaire avec polypiers, qui correspond au coral-rag, et les marnes avec gryphées virgulées reposer dessus.

Le calcaire avec silex se prolonge à plusieurs

lieues au sud de Poitiers; on le voit constamment former les rives du Clain, à Vivonne, dans les nombreuses coupures que présente la petite rivière qui traverse cette ville, et on le retrouve jusqu'à moitié chemin de Couhé. Dans cet intervalle, qui a près de dix lieues, le calcaire présente une grande uniformité. Seulement, nous l'avons vu, près de Ruffigny, associé à des couches de dolomie qui sont épaisses et régulières; elles sont exploitées pour pierre de taille. Le calcaire est grenu, à grains très fins, brillans, un peu nacré: très dur intérieurement, il se désagrège dans les parties extérieures des couches, il tombe en sable, et on le prendrait alors plutôt pour un grès que pour une roche cristalline. Cette dolomie, outre la régularité qu'elle présente, contient aussi quelques fossiles, dans lesquels le têt est entièrement détruit: nous y avons recueilli des empreintes de plagiostomes fort petits et des moules de térébratules.

Dolomie en
couches ré-
glées.

On voit encore des dolomies aux Roches près Marie; d'après la direction des couches et leur régularité, on pourrait les regarder comme le prolongement de celles de Ruffigny, qui se trouvent à peu près sur le même parallèle. Elles affectent de même une grande régularité: on peut les suivre sans interruption jusqu'à Saint-Benoist, c'est à dire sur près de trois lieues. Dans une coupure faite près du pont des Roches, on voit deux couches de dolomie; celle au niveau de la rivière est grenue, à grains extrêmement fins, et contient beaucoup de silex noirs qui se fondent dans la pâte de la roche. Elle est recouverte par une couche de calcaire grenu jaunâtre,

se laissant désagréger facilement, également dolomique. Un calcaire cavernueux, jaunâtre, recouvre celui-ci; enfin, la surface est formée par une seconde couche de dolomie, sans silex, un peu moins régulière que la couche inférieure.

La position de ces dolomies a peut-être quelque rapport avec un petit îlot granitique qui se trouve près du port Seguin, à une petite distance de Ruffigny et des Roches près Marie: en effet, j'ai déjà indiqué à plusieurs reprises que les terrains secondaires de ce pays contenaient des dolomies à la proximité des terrains anciens.

Après le calcaire avec silex, qui se termine, comme nous venons de le dire, entre Vivonne et Couhé, on trouve un calcaire compacte, en partie oolitique, assez dur, contenant une grande quantité de petites géodes et de petits filons spathiques. Les grains oolitiques sont terreux, et laissent beaucoup de cavités dans la roche; il est associé avec des couches de calcaire spathique, composé presque entièrement de lames d'entrouques.

Couches ooli-
tiques.

A Couhé, le calcaire oolitique forme des couches exploitées pour pierres de taille; cette oolite est à grains très fins, disséminés dans une pâte tantôt compacte, tantôt sublamellaire, par une grande quantité d'entrouques; elle passe même à un calcaire spathique presque entièrement composé d'entrouques.

La surface de ces couches est recouverte de petites rugosités spathiques dues à des fossiles, qui paraissent être principalement des coraux et des encrines. Parmi ces dernières, il y en a cinq pans; les coraux sont de petites tiges arrondies et bran-

chues : on y trouve en outre des peignes, des plagiostomes très imparfaits et quelques bélemnites. Ces calcaires oolitiques ne se prolongent pas très loin ; à une lieue environ, près de quelques maisons que l'on désigne sous le nom de *chez Foucher*, des couches nombreuses d'un calcaire compacte blanc jaunâtre terreux, associées avec des couches marneuses qui se délitent très facilement, succèdent à celles-ci ; elles sont généralement peu épaisses ; leur stratification, très régulière, est légèrement inclinée vers le sud : c'est surtout après les Maisons blanches que l'inclinaison est plus sensible. Cette formation marneuse est très uniforme ; elle recouvre une grande étendue. On la voit constamment depuis l'endroit que nous venons d'indiquer jusqu'au delà des Nègres ; elle contient une assez grande quantité de fossiles, principalement des ammonites et des térébratules : nous en avons vu aux *Maisons blanches*, à *Ruffec* et aux *Nègres*. Dans la première de ces localités, la roche est pétrie d'une très grande quantité de térébratules lisses, et ressemble d'une manière frappante à un calcaire que nous avons recueilli entre Oxford et Bleinheim, et qui se rapporte au corn-brash, partie supérieure de l'étage oolitique inférieur. La position des calcaires compactes et marneux entre Couhé et Mansle permet de les regarder comme appartenant également à cette partie des formations oolitiques. Les coquilles que nous avons recueillies s'accordent avec ce rapprochement : ce sont des Peignes (*pecten obscurus, laminatus, barbatus*) ; Plagiostomes (*Pl. punctata*) ; Térébratules (*T. perovalis, bullata, ornithocephala*).

Couches de calcaire compacte terreux.

Corn-brash.

Des ammonites très nombreuses, la plupart inédites ; deux d'entre elles ressemblent à l'*A. annulatus* et à l'*elegans*.

Des moules de Rostellaire.

En comparant des couches calcaires que nous venons de traverser avec celles que nous avons vues entre Angoulême et La Rochefoucault, nous devrions trouver entre les Nègres et Mansle les nombreux polyptiers qui existent dans la forêt de la Braconne, et qui nous servent de point de départ pour reconnaître l'étage oolitique moyen.

Après Mansle, le calcaire devient encore plus marneux ; le terrain est formé d'alternatives répétées de calcaire compacte, de calcaires marneux plus ou moins compactes, et de marnes schisteuses très fissiles. Les couches de calcaire compacte ont seulement quelques pouces de puissance. Ce calcaire, dont la cassure est conchoïde, est traversé dans tous les sens par de petits filons de calcaire spathique tellement minces, que souvent ils ne sont visibles que par les fissures qu'ils occasionent. La stratification, fort régulière, presque horizontale, plonge cependant un peu vers le sud. Les coquilles sont rares dans ces calcaires compactes ; on trouve quelques moules imparfaits dans les marnes qui y sont associées. Ils appartiennent à des isocardes, qui paraissent se rapporter aux espèces *isocardia rostrata, is. tener*, des *nucules* trop imparfaites pour être déterminées, et des myes (*M. depressa*). Outre ces fossiles, abondans dans les calcaires marneux de Cahors, on trouve encore quelques moules de coquilles turbinées et d'ammonites.

Etage moyen ?
Calcaire marneux.

A mesure que l'on s'approche vers les couches les plus modernes, la formation oolitique devient plus marneuse; elle est composée presque entièrement de marnes au pont de Churet, situé à deux lieues et demie avant Angoulême. Ces marnes ne présentent pas de couches bien réglées; elles se délitent en rognons allongés et s'effleurissent à l'air; elles contiennent quelques moules de coquilles, mais ils sont en général si imparfaits, qu'il est difficile de les déterminer. Nous y avons néanmoins reconnu

- Des myes (*M. mandibulata*, *depressa*);
- Des pholadomies (*Ph. ovalis*, *acuticosta*);
- Des trigonies (*Tr. clavellata*);
- Des natices (*N. sinuosa*??).

Ces couches marneuses sont le prolongement de celles que nous avons observées entre Ruelle et la forêt de la Braconne; elles doivent donc représenter les couches supérieures de l'étage oolitique moyen.

Dans la descente vers le pont de la Trouve, ces marnes contiennent une grande quantité de gryphées virgulées, et deviennent une lumachelle extrêmement fétide. Quelquefois ces gryphées sont reliées par un calcaire compacte; elles sont, dans ce cas, plus grandes que celles disséminées dans les marnes qui se délitent.

Cette dernière couche est recouverte immédiatement par des couches inférieures du groupe de la craie, qui se trouvent sur la rive gauche de cette rivière; mais à une petite distance à l'ouest d'Angoulême, on voit à Hirsac des couches d'un calcaire oolitique d'un aspect particulier, qui pa-

Etage supérieur, argile avec gryphées virgulées.

rait reposer sur les marnes à gryphées virgulées. Les oolites sont extrêmement petites, assez régulières; elles se touchent par quelques points, et comme le ciment est fort rare, ce calcaire est comme persillé. Quoique nous n'ayons pas vu la superposition directe de ce calcaire oolitique sur les couches marneuses contenant de petites gryphées, cependant nous pouvons affirmer sa position, attendu qu'entre la Rochelle et Rochefort on voit cette superposition de la manière la plus certaine, ainsi que nous l'indiquerons ci-après.

§ 60. En examinant les différentes couches de la formation oolitique comprises entre les terrains anciens et le groupe de la craie dans une ligne nord-sud qui passe par Niort, on reconnaît également l'existence des trois étages que nous avons établis. Dans cette coupe intéressante, qui traverse les couches perpendiculairement à leur direction, l'étage moyen est fort peu épais, tandis que l'étage supérieur est plus développé que dans aucun autre endroit. On voit le calcaire oolitique inférieur reposer immédiatement sur les roches granitoïdes, près de Champdeniers, situé à peu près à trois lieues au nord de la ville de Niort. Les marnes du lias se montrent dans quelques points, on les retrouve même dans les puits de la ville de Niort, à peu près à 100 pieds de profondeur. Au dessus on voit des couches nombreuses et puissantes d'un calcaire jaunâtre clair, assez compacte, légèrement oolitique, dans lequel il existe quelques galets de quartz. Il y a dans ce calcaire une assez grande quantité de silex; ils n'y sont cependant pas à beaucoup près aussi

Oolite recouvrant l'argile à gryphées virgulées.

abondans que dans les couches des environs de Poitiers, dont celles-ci forment le prolongement. Ils y sont disséminés en rognons blanchâtres très mélangés de calcaire, qui tantôt se fondent dans la pâte, à la manière des cherts, et tantôt se détachent assez facilement de la roche. Ce calcaire ressemble souvent à un grès; les couches supérieures sont fissiles, de sorte qu'il n'y a que peu d'endroits où il fournisse des pierres de taille; mais on en exploite de qualité supérieure à Echiré et dans les faubourgs de Niort. Dans ce dernier endroit, les couches sont épaisses et peuvent donner des blocs de très grandes dimensions; les carrières sont profondes, les bancs inférieurs étant exploités de préférence, parce qu'elles fournissent des pierres plus résistantes en même temps que moins dures à la taille.

Les fossiles sont très rares dans ce calcaire; ils sont un peu plus abondans dans les couches d'un calcaire compacte jaunâtre qui recouvrent celui-ci, et que l'on voit entre Echiré et Champdeniers. On y trouve un assez grand nombre d'ammonites, de térébratules, et quelques peignes. Ces coquilles sont semblables à celles que nous avons indiquées près des maisons blanches.

Après Niort jusqu'à Loulay, on trouve des calcaires marneux présentant une grande constance de caractères. Le mauvais temps qu'il faisait quand j'ai parcouru ce pays m'a empêché de l'étudier avec détail; cependant j'ai reconnu la plus grande analogie entre ces calcaires et ceux qui existent au dessus du coral-rag des environs de Ruelle. A Loulay, les marnes con-

tiennent une multitude de petites gryphées virgulées, dont la présence nous annonce le passage de l'étage moyen à l'étage supérieur: ces couches marneuses sont fort puissantes. Ce que cette coupe présente d'intéressant, c'est le développement de l'étage supérieur, qui est ici beaucoup plus épais que je ne l'ai vu nulle part. Il se compose de couches de calcaire compacte et de marnes assez semblables à celles qui composent l'étage moyen. J'y ai trouvé quelques fossiles, dont les espèces se rapportent aussi assez bien à l'étage moyen: ce sont

- Des myes (*M. mandibulata, depressa*);
- Des unqs (*moules imparfaits*);
- Des pholadomies (*Ph. acuticosta*);
- Des natices (*N. sinuosa* ??).

Si la superposition n'était pas nette, j'aurais cru que, par une configuration particulière du terrain, l'étage oolitique moyen revenait; mais on ne peut conserver cette opinion en voyant le pays: les couches plongent toutes de 3 à 4 degrés vers le nord, et de plus les différens étages forment des systèmes de collines séparées. Ces calcaires compactes et ces marnes, qui sont très développés dans la côte que l'on monte en sortant de Saint-Jean-d'Angely pour aller à Niort, se prolongent presque jusqu'à Brizembourg. Entre Asnières et ce dernier village, on voit intercalées dans le calcaire compacte des couches assez épaisses d'un calcaire oolitique à grains très fins et fort réguliers. Ses caractères extérieurs sont assez tranchés, et on le distingue facilement des

couches de calcaire oolitique habituel aux étages moyen et inférieur. Nous avons déjà indiqué la présence de ce calcaire à une petite distance d'Angoulême : nous le retrouverons dans une position semblable entre la Rochelle et Rochefort.

§ 61. Nous terminerons les détails que nous donnons sur les terrains oolitiques du sud-ouest de la France en faisant connaître la coupe naturelle que l'on observe sur les bords de la mer depuis les sables d'Olonne jusqu'à l'embouchure de la Charente, qui coule sur le terrain de craie. Cette ligne de côtes (*fig. 3, Pl. VIII*) fournit une position avantageuse pour étudier ces formations. La régularité des couches, leur inclinaison, qui est de 3 à 4 degrés vers le sud-sud-ouest; la disposition des caps, qui s'avancent au loin dans la mer et permettent de voir en même temps sur une grande étendue les couches inférieures et les couches supérieures, sont autant de circonstances favorables pour reconnaître la position relative des différentes assises des formations oolitiques. On observe aussi le long des côtes des couches marneuses, que leur peu d'épaisseur et la fertilité qu'elles communiquent au pays empêchent d'étudier dans des contrées peu montueuses, où les carrières sont les seuls moyens d'observation que le géologue possède.

Sur le terrain ancien, qui se voit à peu de distance des sables d'Olonne, reposent des couches de grès siliceux entièrement analogue à la roche de Melle et d'Alloue. Des marnes que l'on rapporte au lias, quoique cependant différentes des marnes qui existent à la partie supérieure de

cette formation, forment une bande sur ces grès, représentant ici le terrain d'arkose.

Ce sont ces marnes qui servent de base aux formations oolitiques, avec lesquelles elles ont peut-être autant de relation qu'avec le lias. Elles alternent à leur partie supérieure avec du calcaire compacte en couches de 6 à 8 pouces d'épaisseur, légèrement coloré en bleu. Les premières couches de la formation oolitique sont composées d'un calcaire compacte terreux, paraissant un peu sableux, et que l'on pourrait regarder comme un grès, à cause de son âpreté. Il contient, comme le calcaire de Niort, avec lequel il a la plus grande analogie, des silex peu nombreux qui se fondent dans la pâte. Il est quelquefois oolitique, les grains sont alors rares et se distinguent assez difficilement de la pâte. Plus souvent on y voit des parties compactes irrégulières, se détachant en jaune rougeâtre sur la pâte du calcaire. Il est probable qu'elles sont dues aussi à une texture oolitique; ces parties jaunâtres sont fort petites et peu nombreuses, mais assez constantes dans toute cette bande calcaire, et celui des environs de Niort en présente également. Les couches sont d'épaisseurs fort variables; quelquefois elles sont minces et schisteuses; d'autres fois elles ont de 6 pouces à 1 pied de puissance, comme celles que l'on exploite dans les carrières de Luçon. Elles sont en général marneuses, et les pierres de taille que ces couches fournissent sont d'assez médiocre qualité. On trouve dans ce calcaire quelques peignes à grosses côtes, des plagiostomes, des ammonites peu nombreuses et difficiles à déterminer, et quelques térébratules.

Ce calcaire se prolonge jusqu'à peu de distance de la Rochelle, mais il est caché pendant plusieurs lieues sous les sables et les marnes qui forment les marais de Luçon. Sa présence est cependant indiquée par l'existence de quelques îlots calcaires qui surgissent au milieu de ces marais : l'un d'eux est désigné dans les cartes sous le nom de l'île d'Elle. On voit le calcaire former de nouveau des escarpemens de 70 à 80 pieds de hauteur à Ennandre, peu distant de la Rochelle. La partie dominante de ces escarpemens est un calcaire compacte, jaunâtre, terreux, mais assez solide par un mélange presque invisible de calcaire cristallin ; il est âpre au toucher, comme le serait un grès calcaire ; il alterne avec des couches de calcaire compacte marneux, d'un gris bleuâtre, dont les angles s'altèrent facilement. Je n'ai pas rencontré de fossiles dans ces couches calcaires ; mais j'ai vu à la Rochelle, chez M. d'Orbigny, des ammonites et des bélemnites qui en provenaient : ces dernières m'ont paru assez différentes de celles qui existent en si grande abondance dans les marnes du lias.

La baie de la Rochelle est ouverte dans des couches de calcaire plus tendre et plus marneux, qui forment le rivage depuis les environs d'Ennandre jusqu'un peu au delà des deux escarpemens avancés que l'on désigne sous le nom de Pointe-des-Bains et des Minimes. Dans les carrières des environs de la Rochelle, qui ne fournissent que des moellons, on trouve un assez grand nombre de moules de coquilles. J'y ai recueilli les espèces suivantes :

NOMS DES FOSSILES.	Couches dans lesquelles on les trouve en Angleterre.	
<i>Astarta elegans</i> . Sowerby.	Gr. oolite.	} Étage inférieur.
<i>Astarta pumila</i> . Sow.	Oolite infér.	
<i>Arca pulchra</i> . Sow.	Grande oolite.	
<i>Cucullæa elongata</i> . Sow.	<i>id.</i>	
<i>Terebratula perovalis</i> , <i>id.</i>	<i>id.</i>	
Modiole.		
<i>Lutraria ovalis</i> . Sow.	Corn-brash.	
<i>Lucine</i> , moule imparfait.	<i>id.</i>	
<i>Pholadomia Proteii</i> . Brong.	<i>id.</i>	
<i>Pholadomia</i>	<i>id.</i>	
<i>Ammonites annulatus</i> . Sow.	Oolite infér.	} Étage moyen.
<i>Mytilus pectinatus</i>	Kellow. rock.	
<i>Turritella muricata</i>	Coral-rag.	
<i>Trigone</i> , inédite très petite.	»	
<i>Dicerate</i> , moule imparfait.	»	
<i>Cardium</i> , inédit.	»	
<i>Ammonites</i> . Lamberti.	Kellow. rock.	}
<i>Caryophyllie</i>	»	

La nature du calcaire et celle des coquilles nous ont fait naître l'idée que nous étions dans le second étage des formations oolitiques. Cependant, d'après la succession des couches que nous allons indiquer, nous verrons qu'il est recouvert par des argiles qui, par leur position au dessous de masses énormes de polypiers, paraissent représenter l'argile d'Oxford. On pourrait peut-être supposer qu'une grande faille, en traversant le terrain, en aurait fait descendre une partie, et que la succession de couches que l'on observe d'une

manière si prononcée serait une espèce d'illusion; mais outre que rien dans le pays ne donne l'idée d'une pareille dislocation, le retour de fossiles semblables dans les couches immédiatement en contact avec celles que nous décrivons fait rejeter cette supposition. Il est plus naturel de penser que le second étage oolitique commence plus tôt que nous ne le croyons, et que les premières couches, au lieu d'être composées de marnes comme à Oxford, le sont de calcaire assez marneux. Ce serait alors une extension du phénomène que cet étage présente au pont de Kelloway, près de Chippenham, où l'on voit des couches irrégulières de calcaire subordonnées à l'argile d'Oxford, auxquelles on a donné le nom de *Kelloway rock*. M. Desnoyers a indiqué une disposition semblable dans les terrains oolitiques de la Normandie, où il existe de nombreuses couches de calcaires marneux et de marnes au dessous des argiles avec *gryphées dilatées*. Cette supposition expliquerait d'une manière plausible la présence de certains fossiles.

Aux couches de calcaire compacte et marneux que je viens d'indiquer succèdent des argiles bleuâtres dans lesquelles est creusée la baie qui sépare la Pointe Duché de celle des Minimes. Elles occupent un espace peu considérable, et sont recouvertes immédiatement de marnes blanches qui renferment quelques parties dures, et forment des escarpemens dégradés par étage. Il existe souvent dans ces marnes blanches des parties solides plus résistantes, qui saillent au milieu de ces escarpemens. Elles renferment quelquefois des parties arrondies analogues à des

oolites grossières et quelques moules de nérinées. L'argile bleue reparait de nouveau entre la Pointe Duché et celle d'Angoulin, située au sud de celle-ci, où elle forme encore une petite baie. On la voit ici ressortir de dessous le calcaire qui contient des polypiers. On ne peut l'apercevoir qu'à marée basse, tandis que dans la baie au dessus on la voit encore à marée haute; ce qui tient à l'inclinaison des couches. D'après sa position, on devrait la retrouver à la partie supérieure de la Pointe des Minimes; mais on ne la voit pas dans cet escarpement: il est probable qu'elle passe par dessus.

Les marnes blanches et bleues que nous venons d'indiquer renferment un assez grand nombre de fossiles. Nous y avons recueilli:

Des pholadomies (*Ph. proteii*), analogues à celles qui existent dans le calcaire exploité près de la Rochelle;

Des isocardes (*Is. concentrica*, Sow., *transversa*, d'Orbigny, *brevis*, *id.*);

Des cardium (*cardita obtusa*);

Des huîtres pinigènes de M. d'Orbigny: elles sont fort abondantes; leur têt, conservé, est fibreux;

Des pinnes marines très courtes, inédites; le têt est analogue à celui de la *pinna granulata*;

Des modioles;

Des ptérocères.

La Pointe Duché et celle d'Angoulin présentent à peu près la même composition. Dans la première, on voit immédiatement au dessus des marnes bleues des couches marneuses blanches, au milieu desquelles il en existe une très ru-

gueuse fort dure, contenant une énorme quantité de térébratules de plusieurs espèces (*terebratula triquetra*, *ornitocephala*, *acuta*, etc.). Les térébratules lisses sont, à beaucoup près, les plus abondantes; on trouve avec ces fossiles des encrines en assez grande quantité, des huîtres très grandes, fort imparfaites, qui m'ont paru assez analogues à certaines huîtres que nous avons recueillies dans une roche que nous avons rapportée au calcaireousgrit, près de Portland; des coquilles turriculées de différens genres, notamment des nérinées: il y existe en outre quelques polypiers.

Le calcaire est souvent mélangé de mica, une couche en contient particulièrement une assez grande quantité et passe un peu au grès.

A ces couches à térébratules succède un calcaire contenant une énorme quantité de polypiers, et en étant presque exclusivement composé sur une grande épaisseur. La dureté qu'il présente dans certaines parties, tandis que dans d'autres il est tendre, fait que les falaises sont couvertes d'énormes blocs détachés. Ce désordre pourrait faire croire que le terrain présente ici de l'irrégularité; mais en examinant avec un peu de soin on voit ces couches, comme celles qui les recouvrent ou qui sont dessous, plonger vers le sud-sud-ouest sous des angles de trois à quatre degrés. Le point de séparation entre ces couches et celles caractérisées par les térébratules est difficile à établir; cependant les polypiers sont beaucoup moins abondans sur le revers nord de la Pointe Duché que sur le sud et sur celui qui regarde la mer. Les polypiers sont de

nature assez variable: on peut les grouper en trois classes. Les plus abondans forment des masses radiées composées de baguettes accolées les unes aux autres perpendiculairement à la couche. Elles sont tantôt creuses et remplies d'argile plus ou moins colorée; tantôt, au contraire, l'intérieur est remplacé par du calcaire spathique blanc, qui contraste beaucoup avec la couleur de la roche. On n'y aperçoit pas d'autres traces d'organisation que quelques stries longitudinales.

Le second genre de polypiers constitue des masses rondes entièrement spathiques plus ou moins considérables, mais ayant communément de 8 pouces à 1 pied de diamètre. Dans la cassure en long on aperçoit des lignes parallèles assez faiblement tracées, et des astéries dans l'autre sens. Ces polypiers, analogues à ceux du corallrag, contiennent comme ceux-ci des coquilles lithophages qui ont vécu en même temps que les polypiers.

Le troisième genre de polypiers ressemble à des coraux.

Les serpules sont aussi fort abondantes; elles forment, comme les polypiers, des masses assez considérables; ces corps, ordinairement de la grosseur d'un tuyau de paille, sont quelquefois presque aussi déliés qu'une épingle; outre quelques rochers entièrement composés de ces fossiles, on voit souvent des serpules attachées sur les autres coquilles. Les encrines se trouvent également en très grande quantité dans la partie de la côte comprise entre la Pointe Duché et celle d'Angoulin; elles sont uniformément répandues dans les couches de cet étage: on y voit des racines de

plusieurs pouces de long sur un pouce de diamètre, s'étendant dans plusieurs sens, et fixées dans le rocher de la même manière que la racine des végétaux; quelques têtes et une quantité prodigieuse de tiges, ordinairement assez courtes, quelquefois, au contraire, très longues. Ces encrines sont toutes à l'état spathique; les tiges sont ordinairement jaunâtres, tandis que les racines ont une teinte violacée.

Parmi les têtes peu nombreuses que j'ai recueillies, j'en ai vu quelques unes qui m'ont paru entièrement semblables à celles de l'*encrine pyriforme*, fossile que les Anglais regardent comme caractéristique de l'*argile à encrines* (1) qui sépare la grande oolite du forest-marbre et du corn-brash. Cette encrine s'est retrouvée dans une position semblable dans les formations jurassiques du Calvados, de façon que nous voyons ici des fossiles regardés comme appartenant essentiellement à l'étage oolitique inférieur exister dans l'étage moyen: mêlés aux encrines, on voit beaucoup de pointes d'oursins et de cidarites.

Outre les différens fossiles que je viens de décrire, on trouve une très grande quantité d'huîtres peu distinctes et tellement incorporées avec le rocher, qu'on ne peut en avoir que des fragmens; la plupart sont grandes, semblables à celles de la Pointe Duché, et analogues, ainsi que je l'ai indiqué ci-dessus, à celles que le cal-

(1) On a donné le nom d'argile à encrines à cette couche, parce qu'elle contient une très grande quantité de ces encrines, qui ne s'étaient encore trouvées que dans cette position.

careousgrit contient près de l'île de Portland. Il existe aussi en grande abondance des coquilles à têt lisse, assez épais, présentant un pli, ou espèce d'aile sur le côté droit: n'ayant jamais pu les voir avec leur charnière, je ne puis assurer le genre auquel ces coquilles appartiennent; mais je présume que ce sont des gryphées qui se rapprochent beaucoup de la *gryphæa dilatata*.

Au dessus de cette masse énorme de polypiers, on trouve des couches régulières de calcaire oolitique un peu terreux. Les oolites y sont clair-semées dans la pâte calcaire; les grains, qui sont toujours irréguliers, sont tantôt fins, tantôt au contraire plus gros qu'un pois. Ces couches oolitiques peu épaisses sont recouvertes d'autres couches contenant encore des encrines en assez grand nombre, quelques polypiers et des coquilles bivalves.

Nous avons recueilli, dans ces couches calcaires supérieures et dans celles qui contiennent des polypiers, plusieurs autres fossiles qui viennent, concurremment avec les polypiers et les encrines, confirmer l'opinion que les couches calcaires comprises entre la Pointe Duché et celle d'Augoulin appartiennent à l'étage oolitique moyen.

Nous allons donner la liste de ces fossiles, et nous récapitulerons en même temps le nom de ceux qui se trouvent dans les couches que nous regardons comme appartenant à cet étage.

NOMS DES FOSSILES.	Couches dans lesquelles on les trouve en Angleterre.	
<i>Isocardia concentrica</i> . Sow.	Corn-brash.	} Étage infér.
<i>Cardita obtusa</i> . Sow.	Grande oolite.	
<i>Terebratula triquetra</i> . Sow.	Corn-brash.	
— <i>ornitocéphala</i> , id.	id.	
— <i>acutu</i> , id.	id.	
<i>Lima antiqua</i> , id.	Grande oolite.	
<i>Acteon cuspidatus</i> , id.	id.	
<i>Encrinites pyriformis</i> .	Arg. de Bradfort.	
<i>Isocardia transversa</i> d'Orbigny.	»	
— <i>Brevis</i> , id.	»	
<i>Pholadomia Proteii</i> . Brong.	»	} Étage moyen.
<i>Plagiostoma læviscula</i> . Sow.	Coral-rag.	
<i>Lima Rûdis</i> , id.	id.	
<i>Ostrea gregarea</i> , id.	id.	
<i>Ostrea expansa</i> ??, id.	»	
<i>Mya gibbosa</i> , id.	Oxford-clay.	
<i>Modiola</i> .	id.	
<i>Nérinées</i> , deux espèces.	id.	
<i>Gervilly</i> .	id.	
<i>Nérite</i> .	id.	
<i>Ptérocère</i> .	id.	
<i>Cidarites</i> .	»	
<i>Pointes de cidarites</i> .	»	
<i>Polypiers</i> , plusieurs espèces.	Coral-rag.	
<i>Serpules</i> , id.	id.	
<i>Gryphæa? dilatata</i> ???, id.	Oxford clay.	

L'examen de ces fossiles montre que la plupart se trouvent dans l'étage moyen; cependant il en est quelques uns qui paraissent encore appartenir à l'étage inférieur des formations oolitiques.

Après la Pointe d'Angoulin, la côte s'abaisse, et une large baie la sépare de celle de Chateilaillon, dont les couches, également inclinées vers le sud-sud-ouest, viendraient recouvrir les précédentes. Les escarpemens de Chateilaillon sont de marnes bleuâtres; les couches supérieures sont peu solides, mais les inférieures présentent au contraire une assez grande résistance. Celles-ci contiennent une très grande quantité de petites coquilles striées ayant leur têt, analogues aux gryphées virgulées, que nous avons signalées à plusieurs reprises comme marquant la séparation de l'étage inférieur. La couche qui contient ces petites gryphées étant à découvert seulement à marée basse, nous n'avons pu recueillir que des échantillons très altérés. Il existe en outre un assez grand nombre de moules

D'unio,

De myes (*mya mandibulata*),

De modioles,

De ptérocères.

Les marnes occupent un espace assez considérable; elles sont recouvertes immédiatement par un calcaire oolitique, que déjà j'ai signalé à deux reprises comme appartenant à l'étage supérieur. Il est à grains très fins, réguliers, quelquefois creux; Ces couches oolitiques, peu épaisses, sont associées avec des couches de calcaire compacte un peu terreux; une baie fort large succède à ces dernières couches, et ce n'est seulement qu'à l'endroit désigné sous le nom de Rocher, que la côte s'élève de nouveau. Les couches qui composent cet escarpement sont de deux natures différentes: les supérieures, schisteuses et assez dures, appartiennent au grès vert; les inférieures

dépendent encore du terrain oolitique, elles sont marneuses, plus ou moins solides. Il en est une, celle qui forme la séparation entre les deux formations, dans laquelle il existe une énorme quantité de petites gryphées virgulées, bien caractérisées. Cette coupe nous présente donc le retour de deux systèmes de couches de marnes contenant des gryphées virgulées, séparées par des couches oolitiques. Il en résulte en conséquence que cette coquille, qui paraît avoir vécu, sur notre continent, principalement à l'époque où se déposait l'argile de Kimmeridge (qui forme la séparation de l'étage oolitique moyen et de l'étage oolitique supérieur), aurait commencé à paraître un peu plus tôt et aurait habité notre globe pendant tout le temps de la formation de l'étage oolitique supérieur. Cette succession de couches aussi certaine que possible prouve que, dans la coupe que nous avons indiquée entre Saint-Jean-d'Angely et Niort, on voit aussi une répétition des couches à gryphées virgulées.

§ 62. En résumant les caractères que présentent les formations oolitiques dans les différentes coupes que nous avons indiquées, on peut tirer les conclusions suivantes.

Dans le bassin secondaire du sud-ouest de la France, séparé de celui de Paris par les groupes de montagnes anciennes de l'Auvergne, du Limousin et de la Vendée, les formations oolitiques peuvent se subdiviser en trois groupes distincts, correspondant assez exactement avec les trois étages des mêmes formations en Angleterre.

La séparation des trois groupes n'est pas à

beaucoup près aussi prononcée; les couches correspondantes aux argiles d'Oxford et de Kimmeridge ne s'observent que très rarement dans cette partie de la France, et paraissent remplacées par des calcaires marneux: c'est le cas le plus ordinaire pour celle qui marque la séparation entre l'étage moyen et le supérieur.

Les subdivisions nombreuses indiquées par les géologues anglais ne se trouvent que très imparfaitement dans la bassin secondaire qui nous occupe; cependant il y en a quelques unes assez constantes, ainsi que nous le dirons plus bas.

La partie inférieure de l'oolite est la seule qui paraisse se retrouver à l'extrémité est de ce bassin, on en voit des lambeaux sur la pente des Cévennes du côté du Rhône; elle forme un massif assez considérable au nord du département de l'Hérault, qui s'avance jusqu'à la mer près de Montpellier et de Cette.

A l'ouest du bassin, les formations oolitiques sont très développées; elles forment, depuis Cahors jusqu'à l'Océan, une chaîne qui a moyennement douze lieues d'épaisseur, elle en a plus de vingt-cinq dans l'espace de détroit compris entre les montagnes du Limousin et de la Vendée. Dans cet espace, elle présente cette circonstance très remarquable d'avoir une double pente et de présenter sur l'une et l'autre la même composition géologique.

Entre les deux points extrêmes que nous venons de citer, on voit presque partout les trois étages de l'oolite; l'inférieur repose fréquemment sur des marnes ou sur du calcaire, que nous avons rapporté au lias.

L'étage oolitique inférieur présente dans

quelques localités, à Milhau, près de Villefranche, etc., des argiles micacées contenant des gryphées *cymbium*, des bélemnites, etc., que l'on peut comparer au sable de l'oolite inférieure; on y trouve du calcaire sublamellaire, des calcaires compactes contenant des couches de fer oolitique en grains, enfin des couches d'une oolite blanche fournissant de très belles pierres de taille; ces dernières couches, que l'on ne voit d'une manière bien prononcée qu'à Mauriac, dans l'Aveyron, représentent la grande oolite de Bath. Elles sont même associées à des polypiers et des coraux comme on le voit à Caen; dans d'autres parties du bassin, principalement dans celle de l'est, cet étage se compose de couches de calcaire compacte d'un gris jaunâtre, contenant une grande quantité de silex (environs de Nontron, de Poitiers, etc.) et de couches de calcaire légèrement oolitique, dans lequel les oolites sont compactes. Les couches de calcaire compacte terreux, contenant beaucoup d'ammonites et de térébratules, paraissent former la partie supérieure de cet étage; en comparant même ces fossiles avec ceux que l'on trouve dans le Cornbrash, en Angleterre, on est conduit à assimiler ces couches, à cause de la similitude des formations. L'étage inférieur est le plus puissant; il forme, à lui seul, plus des trois quarts de l'épaisseur; il occupe plus de douze lieues de largeur sur quinze ou seize, que cette formation recouvre entre les Sables-d'Olonne et Rochefort.

L'étage oolitique moyen est composé en grande partie de couches de calcaire marneux; cependant on y reconnaît dans beaucoup d'en-

droits (Marthon, forêt de la Braconne, Pointe de Duché et d'Angoulin, etc.) des masses considérables de polypiers associées à des couches assez puissantes de calcaire d'une oolite très irrégulière et terreuse. La quantité prodigieuse de polypiers, la nature de l'oolithe, et la puissance de plusieurs fossiles nous font assimiler les premières couches à celles que les Anglais désignent sous le nom de *coral-rag*, et l'oolite qui les recouvre à celle d'Oxford. Ces deux subdivisions sont les seules qu'on puisse indiquer dans le groupe moyen, encore souvent passent-elles de l'une dans l'autre, de sorte qu'on retrouve, comme à la Pointe d'Angoulin et à Marthon, des polypiers assez nombreux au milieu des couches oolitiques. La partie inférieure de cet étage présente quelques particularités: il y existe des couches calcaires qui alternent avec des marnes. Des couches de calcaire très marneux recouvrent le tout et terminent cet étage. On y trouve déjà quelques gryphées virgulées, dont la présence est pour nous caractéristique de l'argile qui sépare l'étage qui nous occupe du supérieur. Ce second groupe des formations oolitiques recouvre, entre la Rochelle et Rochefort, un espace qui peut avoir deux lieues et demie; il est plus considérable entre Poitiers et Angoulême, et entre cette dernière ville et Confolens.

L'étage supérieur est celui qui présente le plus d'uniformité dans ce bassin; souvent il est réduit à quelques couches marneuses contenant une quantité prodigieuse de gryphées virgulées, accolées les unes aux autres et formant, presque à elles seules, une couche de lumachelle. Dans quelques localités, cette couche est recouverte de

calcaire compacte marneux formant des couches fort puissantes (Cahors), dans lesquelles on trouve disséminée de distance en distance cette petite gryphée, très caractéristique dans cette partie de la France. Outre ces couches marneuses, on voit presque constamment, depuis les environs d'Angoulême jusqu'à l'Océan, des couches d'un calcaire oolitique particulier recouvrir ces marnes à gryphées virgulées, qui reparaissent une seconde fois dans quelques lieux (Pointe du Rocher), et sont immédiatement en contact avec le grès vert. En comparant la composition de cet étage supérieur avec ce qui existe en Angleterre, on peut, quoique les caractères extérieurs soient très différens, assimiler l'oolite dont je viens de parler à celle de Portland; tandis que les couches inférieures de marnes à gryphées correspondraient à l'argile de Kimmeridge. Elles contiennent quelquefois des lignites comme cette dernière.

MÉMOIRE

Sur la conduite des eaux dans des tuyaux métalliques de forme cylindrique ;

Par M. GUEYMARD,

Faisant fonctions d'Ingénieur en chef au Corps royal des Mines, Professeur d'Histoire naturelle à la Faculté des Sciences de Grenoble.

DEPUIS long-temps on se proposait de conduire dans la ville de Grenoble des sources qui se trouvaient dans le voisinage. L'état financier fut toujours un des principaux obstacles pour l'exécution de ce projet; enfin, en 1823, il fut arrêté que l'on donnerait suite à une entreprise réclamée avec instance par toutes les classes de la société, et 400,000 francs furent affectés aux dépenses qu'elle devait occasioner.

Exposé de ce mémoire.

Je fus chargé de la direction générale et de l'exécution des travaux par ordre de M. Becquëy, sur la demande de MM. le baron d'Haussez et le marquis de Lavalette.

Je commençai les travaux par la recherche des sources, et lorsque j'eus acquis la certitude que le volume était suffisant pour les besoins de la ville, je fis construire les deux citernes Darène et Lesage.

On délibéra dès lors, sur ma proposition, que l'on amènerait 954 litres par minute dans les murs de Grenoble, pour alimenter quarante-cinq fontaines publiques et dix robinets placés dans les établissemens publics. Mon premier soin fut de faire tous les nivellemens et d'examiner la nature des tuyaux qu'il fallait employer.

Nature des
tuyaux.

Déjà, depuis quelque temps, les conduites des eaux se faisaient dans les tuyaux de fonte. Le perfectionnement des procédés métallurgiques, l'économie sur les conduites de plomb, la possibilité d'avoir de grandes dimensions, la facilité de les trouver à une distance convenable, devaient me déterminer à n'employer que la fonte dans les travaux qui m'étaient confiés.

Forme des
tuyaux.

Les premiers tuyaux confectionnés en fonte portaient des brides circulaires ou carrées; leur assemblage se faisait avec des vis et des écrous, en plaçant deux cuirs gras sur la surface de jonction.

Tuyaux à
bride.

Suivant la grandeur des tuyaux, il fallait depuis trois jusqu'à huit vis et écrous pour chaque assemblage; leur dépense, ajoutée à celle des cuirs, devenait très considérable et empêchait souvent l'emploi des tuyaux de fonte.

Outre la dépense excessive des joints dans les tuyaux à bride, ils présentent encore les inconvéniens suivans.

1°. En posant la conduite, si les axes des tuyaux ne sont pas sur la même ligne, si l'espace laissé entre les brides n'est pas égal sur tous les points, si les brides ont quelques légers défauts non apparens, si leur épaisseur n'est pas la même, en serrant les vis on casse les brides, et les tuyaux ne peuvent plus servir. Le nombre des rebuts devient très considérable.

2°. Lorsque la conduite est posée, s'il y a un léger tassement sur un point quelconque, les tuyaux se cassent vers les brides, comme la partie la plus faible.

3°. Si les vis ne sont pas également serrées, il y a des pertes d'eau vers les brides. Les mêmes

inconvéniens se présentent quand les surfaces des brides ne sont pas bien dressées.

4°. Si les cuirs ne sont pas bien découpés, s'ils dépassent la surface intérieure des tuyaux, ils empêchent le cours des eaux et diminuent beaucoup le volume.

5°. Enfin, soit par inégalité dans l'épaisseur des cuirs, soit par défectuosité dans les faces des brides, une conduite de tuyaux de cette nature présente autant de lignes brisées qu'il y a de tuyaux. Cet inconvénient peut diminuer beaucoup le volume des eaux, et on doit sentir combien il importe de l'éviter.

J'ai dû entrer dans quelques détails sur les tuyaux à bride, presque les seuls connus en province. On ne saurait trop donner de publicité aux inconvéniens de les employer, car ceux que nous allons décrire pourront les remplacer avec des avantages incalculables.

Les tuyaux cylindriques à emboîtement ne sont en usage que depuis quelques années. Il paraît que, dans le principe, ils présentèrent quelques difficultés pour les assembler avec un mastic solide, et que, d'un autre côté, l'embarras de changer une pièce cassée retarda bien longtemps l'emploi de tuyaux si avantageux et commodes. Ils sont bien plus faciles à couler dans les fonderies que ceux à brides.

Le mastic que j'ai employé pour assembler les tuyaux à emboîtement est connu depuis quelques années sous le nom d'Aquin. La plupart des recettes varient, et celles que je m'étais procurées directement à Vienne, à Lyon, à Paris, et, par correspondance, à Londres, ne remplirent pas mon objet. Je me livrai alors à des expériences

Tuyaux à em-
boîtement.

Mastic pour
les tuyaux à
emboîte-
ment.

soutenues, et je trouvai que la composition suivante prenait au moins la dureté et la compacité des bonnes fontes.

Je mélange quatre-vingt-dix-huit parties de limaille de fonte passée au gros tamis, non oxidée, avec une partie de fleur de soufre. Lorsque ce mélange est intime, je prends une partie de sel ammoniac gris du commerce, et je la fais dissoudre dans l'eau bouillante. Je verse cette dissolution sur le mélange précédent et je brasse fortement. La quantité d'eau doit être calculée de manière que le mélange de limaille de fonte et de fleur de soufre prenne la consistance du mortier ordinaire.

Ce mastic dégage une grande quantité de calorique et d'ammoniaque, et doit être employé de suite: il ne faut le préparer qu'au fur et à mesure. On l'introduit dans les joints, on l'enfonce avec des bourroirs en fer et on frappe avec des massettes en bois; on laisse sécher le mastic pendant deux ou trois jours au grand air, pendant l'été, et sept à huit jours pendant l'hiver. On peut ensuite recouvrir les tuyaux et être assuré de leur solidité.

Mes expériences ont été faites sur des tuyaux de fonte de Vienne et de Morley. Je les avais assemblés avec le mastic dont je viens de parler. J'avais mis un tampon tourné en A (*fig. 1, Pl. IX*); j'avais surmonté l'extrémité B avec 11 mètres de tuyaux, j'avais ensuite rempli le tout avec de l'eau ordinaire.

L'épaisseur des tuyaux C et D soumis à l'expérience avait 0^m,0158. La pression d'une colonne d'eau de 11 mètres est suffisante pour occasioner un suintement sur quelques parties

Expériences
faites sur les
fontes et sur
les mastics.

des tuyaux. Si on vide les tuyaux, et qu'au bout de huit jours on recommence l'expérience sur les mêmes, la plupart des suintemens ne se produiront plus. Les pores de la fonte, humectée par la première expérience, auront été bouchés par suite de l'oxidation.

Ces diverses expériences prouvent que, pour les fontes dont il s'agit, l'épaisseur de 0^m,0158 est une limite pour une pression de 11 mètres. Je crois qu'il serait imprudent de ne pas l'augmenter pour une charge un peu plus grande.

Quant au mastic, il n'a pas donné signe de suintement à la pression de 11 mètres, quoique j'aie laissé l'appareil monté pendant trois jours.

J'ai fait enlever les tuyaux montans et j'ai fait tamponner en B; j'ai fait frapper ensuite, au même instant, des coups de masse en A et en B par deux hommes. On sent que la pression de l'eau renfermée dans les tuyaux devenait très grande: aussi on voyait presque sur tous les points de la surface des tuyaux de petits filets d'eau qui s'élevaient depuis quelques centimètres jusqu'à 0^m,66. Le mastic n'a pas donné signe de perte d'eau dans cette expérience à outrance.

Les tuyaux assemblés avec les mastics préparés avec les doses de Vienne, de Lyon, de Paris et de Londres n'ont pas résisté à ces épreuves.

Une conduite assemblée seulement avec le mastic d'Aquin peut être comparée à une conduite de verre qui casserait par un léger changement de température. Il faut donc établir des assemblages compensateurs.

Un barreau de fonte passant de zéro à l'eau bouillante, s'allonge de 0^m,00111, et comme les dilatations entre ces deux degrés sont presque

Assemblages
compensa-
teurs.

exactement proportionnelles aux températures, le changement d'un degré produira une dilatation ou une contraction de $0^m,0000111$.

La grande conduite de la ville de Grenoble est composée de treize cent quatre tuyaux. Comme la température des sources ne varie pas d'un degré, j'ai néanmoins supposé un changement de température de 5 degrés. La longueur de la conduite étant de 3,200 mètres, elle doit s'allonger ou se raccourcir de $0^m,1775$ par un changement de température en plus ou en moins. En faisant pour les treize cent quatre tuyaux neuf cent cinquante-huit assemblages au mastic d'Aquin, il restera trois cent quarante-six assemblages compensateurs. Le jeu, par 5 degrés de température, sera déterminé par la proportion

$$346 : 0,1775 :: 1 : x, \text{ d'où } x = 0,000513.$$

Or, cette quantité n'équivaut qu'à $\frac{1}{2}$ millimètre, et ce jeu est insensible : tout au moins, il suffit dans la pratique ; car la grande conduite dont il s'agit est terminée depuis deux ans et elle n'a jamais perdu une seule goutte d'eau.

Si la température des eaux devait avoir de plus grandes variations, le rapport de neuf cent cinquante-huit assemblages d'Aquin, à trois cent quarante-six assemblages compensateurs, ne serait pas exact : il faudrait alors le faire varier comme les températures.

J'ai fait tous ces assemblages compensateurs, en introduisant dans le vide, 1°. une virole de plomb bien battu ; 2°. de trois à cinq rangs de cordes goudronnées ; 3°. une deuxième virole de plomb : ce mode de compensation est à la fois

simple, économique et d'une facile exécution (*fig. 2*).

La forme des regards peut varier suivant les localités et les idées des ingénieurs.

Dans la grande conduite, j'ai adopté l'arrangement que présente la *fig. 3*. On sent que s'il y avait quelques réparations à faire, on peut enlever le tuyau A et le replacer après le travail : j'ai placé ces regards tous les 100 mètres.

Dans l'intérieur de la ville, où les tuyaux sont plus petits, les regards sont plus rapprochés ; ils sont à 50 mètres les uns des autres et présentent la forme *fig. 4*. Par cette disposition, on peut facilement enlever le tuyau A et faire telles réparations qu'on jugerait convenables.

Les ventouses sont de rigueur toutes les fois qu'il y a refoulement sur la conduite ; elles doivent être placées au point culminant des diverses courbes. On peut adapter sur le tuyau qui se trouve sur le point culminant un robinet, une soupape ou un simple tube. Ces ventouses servent à l'échappement de l'air quand on met l'eau dans les conduites.

Lorsqu'une conduite est très longue, il est nécessaire d'y placer quelques ventouses, quoiqu'il n'y ait pas de refoulement.

Ou ouvre pendant qu'on met l'eau dans les tuyaux, et, par ces dispositions, on gagne beaucoup de temps et on ne craint pas de trop éprouver les conduites ou leurs joints par la force de l'air comprimé qui pourrait rester dans les tuyaux.

Un projet aussi dispendieux que celui de l'établissement de cinquante-cinq fontaines à Grenoble devait nécessairement être l'objet de toutes mes veilles. J'avais parcouru tous les ouvrages

Regards.

Ventouses.

Observations sur la théorie des eaux courantes dans les tuyaux.

qui traitent des eaux courantes dans les tuyaux, et notamment celui de M. de Prony. A Paris, j'avais consulté les savans, les ingénieurs et les entrepreneurs. Il résultait de tous les renseignemens que j'avais recueillis, 1°. que les conduites de 6 à 8 pouces de diamètre ne fournissent que les deux tiers des eaux indiquées par les formules de M. de Prony; 2°. que les tuyaux plus petits donnent encore des résultats moindres; 3°. que ceux qui ont un diamètre plus grand que 9 pouces commencent à s'approcher du résultat des formules. Il existe à cet égard peu d'expériences, et encore ont-elles été faites sur des conduites bien inférieures en longueur à celle de Grenoble. Par suite de tous ces renseignemens, je fis tous mes projets comme si je n'avais dû obtenir que les deux tiers du volume d'eau donné par la formule.

Condition du problème.

Le volumé d'eau aux citernes de la ville est immense. La différence de niveau depuis la surface des eaux jusqu'au sol de la place Grenette, ou fond du bassin du château d'eau Lavalette, est de 8^m,453.

La hauteur à laquelle on voulait élever les eaux au dessus du bassin était de 5^m,514.

Le volume d'eau que l'on se proposait d'obtenir était de neuf cent cinquante-quatre lit. par minute.

La longueur de la conduite = 3,200 mètres.

Présumant que je ne devais obtenir que les deux tiers du produit, j'ai fait les calculs comme si je voulais avoir mille quatre cent trente et un litres par minute.

Prenons les deux équations suivantes (*Recherches sur la théorie des eaux courantes* de M. de Prony):

$$(1) \frac{0,0000173314 \cdot V + 0,000348259 \cdot V^2}{D(H + \delta - H')} = \frac{1}{4\lambda}$$

$$(2) \frac{(H + \delta - H')}{\lambda} D^5 - 0,000088268 \cdot Q \cdot D^2 - 0,0022583 \cdot Q^2 = 0,$$

dans lesquelles λ représente la longueur de la conduite, D le diamètre des tuyaux, Q la dépense d'eau par seconde sexagésimale, H la charge d'eau sur le centre de l'orifice supérieur, H' celle sur le centre de l'orifice inférieur, δ la différence de niveau entre les deux centres.

La seconde équation est satisfaite, en faisant $D = 0,275$: donc, en faisant les tuyaux de 0^m,275 de diamètre, je devais avoir mille quatre cent trente et un litres par minute, qui devaient se réduire en pratique à neuf cent cinquante-quatre, d'après tout ce que j'ai exposé.

La grande conduite ayant été parachevée le 9 février 1826, j'ai mis les eaux dans les tuyaux; elles ont été jaugées, à diverses époques, avec le plus grand soin possible, et j'ai obtenu, avec trois montres à secondes, prises chez trois horlogers différens, mille quatre cent quarante-cinq, mille quatre cent douze et mille quatre cent trente-six litres; résultat moyen, mille quatre cent trente et un litres.

Le tuyau du château, au lieu d'avoir 5^m,514, comme je l'ai indiqué précédemment, avait 5^m,671: ainsi donc la hauteur a été de 0^m,157 au dessus de celle indiquée par la formule.

Les résultats que je viens de faire connaître ont dépassé toutes mes espérances. J'ai obtenu tout ce que les formules de M. de Prony avaient

annoncé, et, de plus, $0^m,157$ dans la hauteur des eaux. Comme ces produits sont bien supérieurs à toutes les expériences qui étaient parvenues à ma connaissance, j'ai dû multiplier les jaugeages pour ma satisfaction personnelle, et dans le cas où il serait ordonné qu'ils fussent refaits par quelque commission. Je ne pouvais m'empêcher d'avoir quelque prévention contre les résultats des formules, et je viens aujourd'hui payer à leur auteur un juste tribut dû à ses talens.

Présomptions
en faveur des
heureux ré-
sultats obte-
nus.

La direction de l'entreprise qui m'avait été confiée faisait l'objet de toutes mes sollicitudes; craignant même, en raison de la longueur de la conduite, d'obtenir moins des deux tiers de la formule, je m'étais occupé d'une manière toute particulière de ce travail. Les mille trois cent quatre tuyaux ont été posés sous mes yeux. L'axe général de l'ensemble dans le plan vertical ne forme nulle part une ligne brisée, et ce même axe, dans le plan de la ligne de plus grande pente, forme toujours des lignes droites, qui ont plus de 300 mètres. J'ai tellement soigné cette pose, que lorsque la pente a été changée, elle est insensible sur l'axe des tuyaux.

D'un autre côté, j'ai été seul pour recevoir tous les tuyaux; j'ai rebuté, aux termes du cahier des charges, tous ceux qui avaient quelques bavures dans l'intérieur qui devaient diminuer la capacité, tous ceux qui n'avaient pas une section circulaire, un égal diamètre dans toute la longueur, ou dont le diamètre était moindre que $0^m,275$.

Ces tuyaux, en outre, étaient d'une fonte douce, sans soufflures; l'épaisseur était uniforme; le bout mâle, placé dans son emboîtement, ne

formait plus intérieurement qu'une surface unie, cylindrique. Cette condition est de la plus haute importance; car si les tuyaux présentaient la réunion, *fig.* 2, on sent qu'une semblable défectuosité, répétée bien souvent, devrait diminuer le volume des eaux en augmentant le frottement de la contraction de la veine fluide.

C'est à l'ensemble de toutes les précautions que je viens d'indiquer, que je dois sûrement le succès auquel était attachée une si grande responsabilité morale.

J'ai apporté les mêmes soins à la conduite comprise entre les deux citernes; elle a 600 mètres de longueur et un diamètre de 8 pouces. J'ai obtenu encore les mêmes résultats.

Il est bien fâcheux que je n'aie pas pu continuer le même examen sur les conduites intérieures de la ville, qui avaient 2 pouces, 3 pouces, 3 pouces 6 lignes, 4 pouces de diamètre, avec des longueurs différentes, ayant des pentes et des contre-pentes; mais comme il fallait faire jouir les habitans d'un bienfait qu'ils attendaient depuis si long-temps, je n'ai pu disposer aucun appareil pour faire de nouvelles expériences.

Dans la grande conduite de 3,200 mètres, j'ai eu huit courbes ou angles, dont trois presque droits; j'ai tracé dans ces angles des courbes bien développées, et s'approchant beaucoup de la ligne droite pour une longueur de $2^m,56$; j'ai donné à tous les tuyaux courbes un diamètre plus grand d'un centimètre que pour les tuyaux droits. Je présume que cette précaution est encore une des causes qui ont augmenté les produits.

Hors des murs, je faisais ouvrir les fossés à

1^m,3 de profondeur, puis descendre les quarante tuyaux qui composaient le regard. Lorsque je les avais bien nivelés, je faisais placer le mastic, en laissant les vides qui devaient recevoir les viroles de plomb et les cordes goudronnées; lorsque les mastics étaient suffisamment secs, on garnissait les assemblages compensateurs et on recouvrait de suite les tuyaux, pour qu'ils ne fussent pas exposés à des changeimens de température.

Dans l'intérieur de la ville, comme il n'était pas possible de laisser les fossés ouverts pour laisser sécher les mastics d'Aquin, dans un chantier particulier, j'avais fait assembler, avec les mastics, les tuyaux au nombre de cinq pour ceux de deux pouces, et au nombre de trois pour les autres calibres. On les portait ainsi préparés dans les fossés qui devaient les recevoir; puis, on faisait les assemblages compensateurs, et on recouvrait les tuyaux au fur et à mesure. Il n'y avait jamais d'encombrement dans les rues, et la pose s'opérait avec une rapidité très grande.

Réparations
des tuyaux
cassés.

Sur les conduites de 0^m,275 et 0^m,216 de diamètre, je n'ai éprouvé aucune avarie, parce que les tuyaux étaient d'une fonte parfaitement douce. Les tuyaux de petit calibre sont moulés au sable vert, et sont ordinairement un peu cassans. Le frémissement occasioné par le mouvement des voitures cause quelquefois des ruptures: j'ai vu faire ces réparations, à Paris et sur plusieurs points, avec des manchons en bois bien cerclés et garnis avec des étoupes goudronnées. J'ai adopté, à Grenoble, deux moyens qui me paraissent présenter plus de garantie contre l'usure du temps.

Dans le premier, je fais faire un manchon en plomb laminé et soudé; deux cercles à vis ser-

rent fortement le plomb contre la fonte, et, en rivant les extrémités, on arrête de suite les filtrations.

Dans le second, j'emploie un manchon en fonte, composé de deux pièces assemblées avec des vis et des écrous; ce manchon enveloppe le tuyau cassé, et on garnit les extrémités avec des viroles de plomb. Par l'un de ces deux moyens, je répare un tuyau cassé en moins de trois heures.

Dans plusieurs localités, on cercle encore les bassins circulaires des fontaines. Les cercles en fer n'ont rien de gracieux, et ils donnent lieu à des dépenses considérables. Dans tous les bassins de la ville de Grenoble, je n'ai employé que le mastic d'Aquin; j'ai garni tous les joints du fond de ces bassins, comme on le voit, *fig. 5*, sur la partie droite; j'ai fait des ouvertures verticales sur les joints et je les ai fait remplir de ce même mastic: c'est, à proprement parler, comme si j'avais coulé de la fonte dans tous ces joints. Ces bassins sont très solides; ils tiennent aussi bien l'eau que s'ils étaient en verre, et n'auront jamais besoin de réparations. A ces avantages inappréciables en construction se joignent ceux d'une grande économie, puisque ce mastic coûte fort peu et qu'un simple manoeuvre peut le poser.

Mastic d'Aquin appliqué sur les pierres.

Ce mastic prend sur toutes les pierres, excepté sur celles qui sont spongieuses. Il peut être employé dans tous les travaux d'art solides, exposés à toutes les injures des saisons. Je le conseille particulièrement pour les bassins en pierres de taille, ainsi que pour les ponts, les aqueducs, les conduites en fonte, etc., etc., etc.

Les conduites en fonte sont peu connues dans

Sous-détails

pour un mè-
tre courant
de tuyaux
posés.

un grand nombre de départemens, et moins en-
core la valeur d'un mètre courant. Je pense qu'il
peut être utile de le faire connaître, et je vais
donner les sous-détails extraits de mes procès-
verbaux de réception d'œuvre.

Tuyaux de 0^m,275 de diamètre,
Longueur du tuyau 2^m,56,
Pesant 285^k8 à 38 fr. 79 c. le quintal métrique
rendu à Grenoble, le tuyau vaut 110 fr. 09 c.

100 mètres fossés, à 0,50	50 fr. c.
Pilonnage et remblai, à 0,32.	32
Pose de 40 tuyaux.	40
Transport sur les fossés, à 0,65.	26
28 mastics d'Aquin, à 1 fr. 24 c.	34 72
10 doubles viroles, à 4 fr.	40
10 cordes goudronnées, à 0,80	8
6 cartons gras, à 1 fr. 50 c.	9
8 vis et écrous, à 1 fr. 10 c.	8 80
10 niches, à 0,18.	1 80

250 f. 32

Rabais au 9 p. 100, d'après l'adjudication. 22 50

227 82

40 tuyaux, à 110 fr. 9 c. l'un. 4,403 60

100 mètres de tuyaux coûtent donc. 4,631 42

ou 1 mètre vaudra 46 fr. 31 42.

Tuyaux de 0^m,216 diamètre,
Longueur des tuyaux 2^m,06,
Pesant 127^k,50 à 38 fr. 79 c., le tuyau vaut
49 fr. 16 c.

100 mètres fossés, à 0,50	50 f. c.
Pilonnage et remblai, à 0,30.	30 »
Pose de 50 tuyaux.	50 »
Transport sur les fossés, à 0,55.	27 50

A reporter. 157 50

Report. 157 f. 50 c.

36 mastics d'Aquin, à 1 fr.	36 »
12 doubles viroles de plomb, à 3 fr.	36 »
12 cordes goudronnées, à 75 c.	9 »
6 cartons gras, à 1 fr. 10 c.	6 60
8 vis et écrous, à 1 fr.	8 »
12 niches, à 0,15	1 80

254 90

Rabais au 9 pour 100. 22 86

232 04

50 tuyaux, à 49 fr. 16 c. 2,458

100 mètres de tuyaux coûtent donc 2,690 04
ou 1 mètre reviendra à 26 fr. 90 c.

Tuyaux de 0^m,108 de diamètre,
Longueur, 2^m,10.

Pesant 74^k à 42 fr., le tuyau vaut 31 fr. 08 c.

100 mètres fossés, à 0,50.	50 »
Pilonnage et remblai, à 0,30.	30 »
Pose de 50 tuyaux, à 1 fr.	50 »
Transport sur les fossés, à 0,25.	12 50
33 mastics d'Aquin, à 0,71.	23 43
17 doubles viroles, à 2 fr. 20 c.	37 40
17 cordes goudronnées, à 0,50.	8 50
17 niches, à 0,15.	2 55

214 38

Rabais au 9 pour 100. 19 26

195 12

50 tuyaux, à 31 fr. 8 c. 1,554 »

100 mètres de tuyaux vaudront. 1,749 12
ou 1 mètre courant coûtera 17 fr. 49 c.

Tuyaux de 0^m,0947 de diamètre,
Longueur, 2^m,10,
Pesant 60^k et valant 25 fr. 20 c. l'un.

100 mètres fossés, à 0,50..	50	»
Pilonnage et remblai, à 0,30	30	»
Pose de 50 tuyaux, à 1 fr.	50	»
Transport sur les fossés, à 0,25.	12	50
33 mastics d'Aquin, à 0,62.	20	46
17 doubles viroles, à 1 fr. 64 c.	27	88
17 cordes goudronnées, à 0,37.	6	29
17 niches, à 0,15.	2	55

Rabais au 9 pour 100.	199	68
	17	91

50 tuyaux, à 25 fr. 20 c.	181	77
	1260	»

100 mètres de tuyaux vaudront 1441 77
et 1 mètre courant coûtera 14 fr. 41 c.

Tuyaux de 0^m,0812 de diamètre,
Longueur, 2^m,10,
Pesant 55^k. et valant, l'un, 23 fr. 10 c.

100 mètres fossés, à 0,50.	50	»
Pilonnage et remblai, à 0,30	30	»
Pose de 50 tuyaux, à 1 fr.	50	»
Transport sur les fossés, à 0,25.	12	50
33 mastics d'Aquin, à 0,56.	18	48
17 doubles viroles de plomb, à 1 fr. 46 c.	24	82
17 cordes goudronnées, à 0,35.	5	61
17 niches, à 0,15.	2	55

Rabais au 9 pour 100.	193	96
	17	37

50 tuyaux, à 23 fr. 10 c. l'un	176	59
	1155	»

100 mètres de tuyaux vaudront. 1331 59
et 1 mètre courant coûtera 13 fr. 31 c.

Tuyaux de 0^m,0541 de diamètre,
Longueur, 1^m,60,
Pesant 24^k, et valant, l'un, 10 fr. 08 c.

100 mètres fossés, à 0,50.	50	»
Pilonnage et remblai, à 0,30.	30	»
Pose de 66 tuyaux, à 1 fr.	66	»
Transport sur les fossés, à 0,25.	16	50
51 mastics d'Aquin, à 0,40.	20	40
15 doubles viroles, à 1 fr. 10 c.	16	50
15 cordes goudronnées, à 0,25.	3	75
15 niches, à 0,15.	2	25

Rabais au 9 pour 100.	205	40
	18	45

66 tuyaux à 10 fr. 5 c.	186	95
---------------------------------	-----	----

66 tuyaux à 10 fr. 5 c.	665	28
---------------------------------	-----	----

100 mètres tuyaux coûteront. 852 23
et un mètre courant vaudra 8 fr. 5223.

Avec les sous-détails que je viens de donner, on pourra, sur tous les points du royaume, connaître la dépense d'un mètre courant de tuyaux en fonte, en faisant varier les prix en raison des circonstances et des localités.

En adressant ce mémoire à M. le Conseiller d'État directeur général des ponts et chaussées et des mines, avec prière de le faire insérer dans nos *Annales*, je n'ai ici que le seul objet de mettre sous les yeux des ingénieurs et des entrepreneurs des résultats qui peuvent intéresser les constructeurs et les praticiens; des détails minutieux, même déjà connus, mais confirmés par de nouvelles expériences, sont souvent très intéressans, quand, du fond d'une province, on ne peut communiquer qu'avec des annales scientifiques.

MM. de Thury, Fourier, Egaut, Mallet, et tant d'autres savans qui ont bien voulu me donner de nombreux conseils pendant la direction de ces travaux, m'ont souvent manifesté le désir de voir publier les résultats des expériences que je pourrais bien constater. Je saisis avec empressement cette occasion pour leur offrir l'hommage de ma reconnaissance.

NOTE ET EXPLICATION DE LA PLANCHE.

Dans le problème dont il s'agit $\lambda = 3200^m$.

$$D = 0,275 . D^2 = 0,0756 . D^5 = 0,001572 .$$

$$H = 0,31 . H' = 0 . f = 8^m,143 - z .$$

$$Q = \frac{1,431}{60}, \text{ ou } Q = 0^m,02385 . Q^2 = 0,000569 .$$

L'équation (2) devient

$$(0,31 + 8,143 - z) 0,001572 = 3200 \\ (0,000088268 + 0,02385 + 0,0756) + 3200 \\ (0,0022585 + 0,00569) :$$

d'où

$$z = \frac{0,0086681}{0,0015720} = 5^m,514 .$$

C'est à dire que les eaux auraient dû ne s'élever qu'à $5^m,514$ au lieu de $5,671$.

Si, pour d'autres questions, on ne voulait qu'une solution approchée, on peut faire usage de l'équation

$$U = 26,79 \sqrt{\frac{D(H+f-H')}{\lambda}}$$

qui, combinée avec

$$Q = 3,14159 \frac{D}{4} U,$$

donne

$$Q = 26,79 \times \frac{3,14159}{4} \sqrt{\frac{D^5(H+f-H')}{\lambda}}$$

Voyez, pour de plus amples détails, l'ouvrage de M. de Prony, *Eaux courantes*, page 71.

Fig. 1. Assemblage de deux tuyaux pour les expériences que j'ai faites sur la force des mastics.

Fig. 2 et fig. 2 bis. Assemblage de compensation. Les lettres *p* indiquent les viroles de plomb, et les lettres *c* celles des cordes goudronnées. La disposition, *fig. 2 bis*, que j'ai employée vaut mieux que celle de la *fig. 2*, à cause de l'espace laissé en M.

Fig. 3. Composition d'un regard. C'est la réunion de trois tuyaux : A, tuyau double bride; B, tuyau à bride et bout femelle; C, tuyau à bride et bout mâle.

S'il y avait des réparations à faire à la conduite, on peut facilement enlever le tuyau A et le replacer après.

Fig. 4. Autre composition de regard. Dans le cas où il y aurait des réparations à faire, on ne fait qu'enlever le manchon A en le faisant glisser en amont ou en aval.

Fig. 5. Plan et élévation d'un bassin en pierre de taille. Les lignes noires indiquent les joints remplis de mastic d'Aquin, et les petits cercles noirs sont les vides laissés aux joints des parois des bassins remplis de mastic.

Fig. 6. Figure relative à l'explication de la formule.

M, citerne Lesage.

NN, fond du bassin du château d'eau Lavallette.

D, élévation des eaux.

Grenoble, le 18 avril 1828.

MÉMOIRE

Sur la fabrication de la fonte et du fer en Angleterre;

Par MM. COSTE et PERDONNET.

[Suite (1).]

Tous les minerais de fer grillés par l'un des procédés décrits précédemment sont fondus dans des hauts-fourneaux. Nous ajouterons quelques détails à ceux qui ont été donnés par MM. de Beaumont et Dufrénoy sur la forme et les dimensions de ces appareils.

FABRICATION DE LA FONTE DANS LE STAFFORDSHIRE.

Fourneaux, machines et matières premières.

Les hauts-fourneaux du Staffordshire sont complètement construits en briques; la forme extérieure la plus générale de ceux de Dudley, Tipton, Bilston, etc., est celle d'un tronc de pyramide à base carrée. Souvent le haut-fourneau offre la forme d'un prisme carré, surmonté d'un tronc de pyramide, le plan supérieur de la partie prismatique se confond alors avec le plan supérieur des étalages. Quelquefois les hauts-fourneaux sont coniques, ou plutôt présentent la forme d'un cylindre surmonté d'un tronc de cône, la hauteur du cylindre étant encore celle du ventre ou du

Forme extérieure des hauts-fourneaux.

(1) Voir la première partie, *Annales des Mines*, t. V, 2^e livr., p. 255.

plan supérieur des étalages. La Pl. X représente ces deux sortes de fourneaux : on remarquera que le fourneau conique est relié dans toute la hauteur avec des cercles de fer, l'autre n'est armé que de quelques barres traversant le massif et portant à leurs extrémités des plaques de fonte qui s'opposent à l'écartement des faces opposées. La construction de ces hauts-fourneaux est beaucoup plus légère que celle des hauts-fourneaux de France, et cependant ils sont bien moins lézardés que ces derniers. Cela tient soit aux soins que l'on prend lors de la mise en feu, soit à la nature des matériaux et à l'armure en fer, soit à des fondations mieux établies.

Dimensions. La hauteur des fourneaux du Staffordshire varie entre 40 et 45 pieds anglais ($12^m,19$ et $13^m,71$); elle ne dépasse pas ce dernier nombre.

On distingue quatre parties principales dans les hauts-fourneaux, savoir : le *creuset*, l'*ouvrage*, les *étalages* et la *cuve*.

Forme et dimensions du creuset. 1°. Le creuset est généralement un prisme rectangulaire, sa longueur est de 5 ou 6 pieds ($1^m,52$ ou $1^m,83$); sa largeur varie entre 2 et 3 pieds ($0^m,61$ et $0^m,91$); on lui donne quelquefois jusqu'à 4 pieds ($1^m,22$), mais ce n'est que dans quelques cas particuliers. La profondeur est de 21 à 30 pouces ($0^m,56$ à $0^m,76$).

De l'ouvrage. 2°. L'ouvrage est la partie du fourneau qui réunit les étalages et le creuset; il est pyramidal. Sa hauteur, le creuset compris, est de 6 à 7 pieds ($1^m,83$ à $2^m,13$), et quelquefois 8 pieds ($2^m,44$). Les faces de l'ouvrage font un très petit angle avec la verticale, en sorte que son diamètre supérieur diffère peu de la largeur du creuset.

Le creuset et l'ouvrage sont construits en grès

réfractaire que l'on rencontre le plus souvent à la partie inférieure du terrain houiller.

3°. Les étalages sont le plus souvent coniques : on les raccorde par une surface courbe avec la base supérieure de l'ouvrage. Leur hauteur varie entre 6 ou 7 pieds ($1^m,83$ ou $2^m,13$); le diamètre supérieur est de 10 à 11 pieds $\frac{1}{2}$ ($3^m,05$ à $3^m,50$) pour les fourneaux destinés à donner de la fonte propre au moulage (*foundry-pig*), et de 11 à 13 pieds ($3^m,35$ à $3^m,96$) pour ceux qui doivent donner de la fonte d'affinage (*forge-pig*).

Nous verrons plus loin que, dans le pays de Galles, on a supprimé l'ouvrage de plusieurs fourneaux.

4°. La cuve est généralement conique ou présente la forme d'une surface de révolution dont la génératrice est légèrement concave vers l'axe. Sa hauteur varie entre 27 et 32 pieds ($8^m,23$ et $9^m,76$); son diamètre au gueulard est de 3 à 4 pieds $\frac{1}{2}$ ($0^m,91$ à $1^m,37$).

Les étalages et la cuve sont construits en briques réfractaires de Stourbridge; elles sont de diverses dimensions. Nous donnerons plus loin quelques détails sur le nombre de ces briques.

Enfin, tous les fourneaux sont surmontés d'une cheminée cylindrique de 8 ou 10 pieds ($2^m,44$ ou $3^m,05$) de hauteur. On ménage sur le côté une ouverture pour le chargement.

On place toujours en avant de la face de tympe d'un haut-fourneau ou d'un système de hauts-fourneaux, un vaste hangar, sous lequel se fait la coulée. Le toit des hangars construits dans ces dernières années est ordinairement supporté par une charpente en fonte ou en fer,

Des étalages.

De la cuve:

De la cheminée.

Hangars.

dont les fermes s'appuient sur des colonnes de fonte. Les mêmes charpentes sont employées dans les affineries; on paraît préférer aujourd'hui les charpentes de fer.

Appareil
pour élever le
minéral au
niveau du
gueulard.

Tous les hauts-fourneaux des environs de Dudley sont bâtis dans la plaine, il faut donc élever le minéral et le coke à la hauteur du gueulard. On établit, à cet effet, un plan incliné en planches qui monte jusqu'au bas de la cheminée: ce plan est le plus souvent supporté par des pieds de fonte et des barres de fer. On pose dessus deux chemins de fer ou de fonte, entre lesquels se trouve un intervalle pour arriver au gueulard. On construit deux chemins pour les chariots qui portent le minéral et le charbon; les chariots vides descendent pendant la montée des chariots pleins; ils sont attachés à une corde passant sur une poulie de renvoi fixée à la partie supérieure du plan incliné: la corde s'enroule sur un treuil placé au bas du plan. Les cordes ou les chaînes des deux chariots, montant et descendant, passent sur le même treuil; mais elles sont disposées en sens contraire, relativement au treuil, en sorte que l'une s'enroule lorsque l'autre se déroule. La corde du chariot à monter s'enroule donc sur le treuil, tandis que la corde du chariot à descendre se déroule, et celui-ci glisse par son propre poids. Le treuil doit donc tourner alternativement dans deux sens différens; ce que l'on obtient facilement au moyen de deux roues d'embrayage, que l'on engrène alternativement avec la roue motrice. Le chariot, arrivant au haut du plan incliné, accroche une tige de fer, laquelle, par une suite de leviers, désengrène le treuil. Le chargeur, placé au gueu-

lard, verse le minéral ou le charbon que le chariot apporte, et peut ensuite, de sa place, engrener convenablement le treuil, la roue motrice tournant continuellement. Par cette disposition, on évite de placer un ouvrier au bas du plan incliné pour manœuvrer les roues d'embrayage. Le plus souvent, c'est la machine à vapeur, qui fait marcher la soufflerie, qui donne aussi le mouvement au treuil de l'appareil élévatoire. A Horseley, une petite roue hydraulique sert à mouvoir ce treuil, et en même temps une meule à écraser de la houille pour le moulage.

Nous joignons ici les dessins de deux hauts-fourneaux du Staffordshire (1). Le fourneau (*fig. 1, 2, 3, Pl. X*) est construit depuis plusieurs années; il est de dimensions plus petites que les fourneaux que l'on bâtit aujourd'hui; sa hauteur n'est que de 38 à 39 pieds anglais (11^m,58 à 11^m,81).

Dessins de divers hauts-fourneaux du Staffordshire.

Le fourneau (*fig. 4 et 5*) vient d'être bâti dans les environs de Dudley; il a les dimensions les plus généralement adoptées aujourd'hui; il doit donner 60 tonnes de fonte (*forge-pig*) par semaine. La chemise descend jusqu'au niveau de l'ouvrage, et l'espace vide A, compris entre le bas de la chemise et les étalages, est rempli de sable.

L'établissement de deux hauts-fourneaux de cette espèce accolés coûte 1,800 livres sterling (45,000 fr.).

Coût d'établissement de deux hauts-fourneaux.

(1) Ces dessins, et en général presque tous ceux que nous joignons à ce Mémoire, sont pris sur des plans qui nous ont été communiqués ou que nous avons achetés, et sur l'authenticité desquels on peut compter. Nous avons eu soin de prévenir toutes les fois qu'il en était autrement.

Nombre et dimensions des briques employées dans la construction d'un haut-fourneau.

Voici le nombre de briques nécessaire pour un seul haut-fourneau :

Briques communes (<i>red-bricks</i>) pour le massif.	160,000
<i>Id.</i> réfractaires (<i>fire-bricks</i>) pour la chemise...	3,900
— — — — — pour les étalages...	825

Les dimensions des briques réfractaires varient ; on en emploie de cinq espèces dans la chemise, et de neuf dans les étalages. Elles ont toutes six pouces d'épaisseur, et la forme de voussoirs.

On distingue les briques réfractaires par des numéros. Voici le détail des briques nécessaires pour des étalages ayant 7 pieds de longueur sur la pente, 4 pieds de diamètre à la naissance, et 11 pieds 6 pouces au ventre :

N ^{os} . des briques.	Nomb. des briques.	Long. des briq.	Plus grande largeur.	Moindre largeur.	Epaisseur.
1	26	2 p. 4 p ^o .	9 p ^o .	7 p ^o . 3/4	6 p ^o .
2	34	2	9	7 1/2	»
3	34	1 10	8 1/2	6 1/2	»
4	34	1 7	8 1/2	5 3/4	»
5	34	1 4	8	8 1/2	»
6	451	1 2	»	»	»
7	76	1	»	»	»
8	155	9	»	»	»
9	76	9	»	»	»

Le prix d'une brique réfractaire varie de 2 shillings 6 pences (3,10) à 3 shillings 6 pences (4,35).

La sole du fourneau (*fig.* 4 et 5) a 8 pieds carrés ; elle est faite de trois pierres réfractaires et entourée d'argile réfractaire sur l'épaisseur d'un pied ; cette disposition est indiquée dans le plan par des lignes pointées.

Dimensions d'un haut-

Voici encore les dimensions d'un fourneau donnant de la fonte pour moulage (*foundry-*

pig) ; elles sont considérables ; mais on remarquera que les étalages sont très hauts et que les dimensions du creuset et du gueulard sont assez petites.

Fourneau pour fonte de moulage.

Hauteur de la cuve.	30 pieds	(9 ^m ,18)
Hauteur des étalages.	8 p. 6 p ^o .	(2 ^m ,59)
Haut. de l'ouvrage et du creuset.	7 p.	(2 ^m ,13)
Ventre.	13 p. 4 p ^o .	(4 ^m ,06)
Diamètre infér. des étalages . . .	5 p. 6 p ^o .	(1 ^m ,06)
Largeur du creuset.	2 p. 3 p ^o .	(0 ^m ,68)
Diamètre du gueulard.	3 p. 4 p ^o .	(0 ^m ,01)
Cheminée.	13 p.	(3 ^m ,96)

Ces dimensions sont plus grandes que celles que nous avons indiquées comme bonnes pour faire de la fonte de moulage : c'est pourquoi on doit regarder les nombres que nous avons donnés d'abord comme représentant les dimensions les plus usitées, plutôt que les limites dans lesquelles les fourneaux sont construits.

Les seules machines soufflantes employées dans les usines à fer d'Angleterre sont des cylindres en fonte d'une grande dimension. Dans le Staffordshire, les pistons sont toujours menés par une machine à vapeur. On admet généralement qu'il faut une force de vingt-cinq (1) à trente chevaux pour souffler un haut-fourneau donnant de 45 à 60 tonnes de fonte par semaine. Le nombre des tonnes dépend de la qualité de la fonte fabriquée ; la fonte pour moulage (*foundry-pig*) exige plus de chaleur, et par conséquent plus de vent. Nous reviendrons sur ce sujet en parlant des machines soufflantes du sud du pays de Galles. Tous les

Machines soufflantes.

(1) La force du cheval de vapeur est de 32,500 liv. élevées à un pied par minute, ce qui fait environ 4,500 kil. élevés à 1 mètre.

régulateurs du Staffordshire sont des régulateurs à eau.

Nature du combustible.

Les houilles du Staffordshire sont de nature très diverse. Un même banc en présente de différentes espèces. Les quantités de parties volatiles qu'elles renferment ne paraissent différer que dans d'étroites limites, puisque des renseignemens recueillis dans divers établissemens de ce comté s'accordent pour indiquer une perte en poids à la carbonisation à peu près constante, dans le cas où l'opération a été conduite de la même manière. Mais l'ensemble des propriétés est variable; aux environs de Wenesbury, les houilles sont très sulfureuses; dans d'autres localités, elles sont beaucoup plus pures.

Des minerais.

Le seul minéral employé est le fer carbonaté des houillères: on en distingue un grand nombre de variétés, qui diffèrent par la richesse et le gisement. Les minerais les plus pauvres contiennent 20 à 24 pour 100 de fer; ils forment de petites couches dans le terrain houiller. Les plus riches, qui se trouvent en rognons dans les couches de houille, contiennent 35, 40 et même 45 pour 100 de fer.

On mélange ces minerais avant de les soumettre au grillage. La richesse la plus ordinaire du mélange est de 30 à 33 pour 100 avant le grillage. La perte en poids, par cette opération, est d'environ 25 pour 100; en sorte que la richesse moyenne du minéral versé dans le haut-fourneau est de 40 à 44 pour 100.

De la castine.

C'est le calcaire de transition des environs de Dudley, qui est employé comme castine dans tout le pays: il est assez dur et mélangé d'un peu d'argile; on le brise en morceaux d'une grosseur un peu moindre que celle du poing.

Travail des hauts-fourneaux du Staffordshire.

On apporte en Angleterre le plus grand soin à la mise en feu des hauts-fourneaux. L'ouvrage est très sujet à éclater si l'on ne procède avec infiniment de précautions. Cet accident eut lieu lorsque l'on mit en feu pour la première fois l'un des hauts-fourneaux de l'usine de M. Cockerill à Liège, dont on avait construit l'ouvrage avec un grès quarzeux venu d'Angleterre. Voici quelques renseignemens sur la marche que l'on suit dans le Staffordshire. Lorsque le haut-fourneau est neuf, on commence par dessécher le massif avant que l'ouvrage, le creuset et les étales soient terminés. On allume, pour cela, du feu dans les canaux qui règnent verticalement dans les quatre angles du fourneau; on a soin de ralentir le tirage en bouchant les ouvertures. En même temps, on achève la construction du creuset et les étales: on les laisse sécher ensuite pendant huit jours à l'air, et ce n'est qu'après cela que l'on commence à allumer des feux de coke dans les embrasures à quelques pieds de l'ouvrage. On les approche graduellement de l'intérieur du fourneau; on garnit l'ouvrage de briques, et enfin l'on jette des cokes incandescens dans le creuset; on continue d'après les méthodes ordinaires. On remplit le fourneau de combustible, en ayant soin de n'introduire une charge que lorsque la couche supérieure de coke de la précédente est devenue incandescente. On ferme toutes les ouvertures pour modérer le tirage. L'opération dure en tout cinquante jours, dont vingt pour la dessiccation du massif seulement. La cuve étant remplie de cokes enflammés,

Mise en feu.

on permet un libre accès à l'air, en ouvrant successivement les différens trous; on charge d'abord des laitiers, et on donne le vent dès qu'ils paraissent devant la tuyère.

Nous avons déjà dit que la plupart des hauts-fourneaux du Staffordshire avaient trois tuyères, mais le plus souvent ne travaillaient qu'avec deux; ce n'est que dans quelques cas particuliers, dans ceux d'accidens, que l'on agit avec les trois tuyères à la fois. N'ayant pas exactement les dimensions des machines soufflantes, nous ne connaissons pas la quantité de vent lancée dans le fourneau dans un temps donné. Les buses ou orifices par lesquels le vent s'échappe ont de 2 à 3 pouces de diamètre; on fait de très bonne fonte avec des buses de 2 pouces $\frac{3}{8}$ de diamètre. La pression du vent est assez faible, elle est d'une livre et demie à une livre trois quarts par pouce carré; le vent n'entre pas très régulièrement dans le fourneau, quoique toutes les machines soufflantes soient pourvues de régulateurs à eau; les régulateurs sont peut-être trop petits.

Pression du vent.

État de la tuyère. On travaille soit avec une tuyère obscure, soit avec une tuyère brillante, cela dépend des matériaux que l'on a à sa disposition et de la fonte que l'on veut avoir: la meilleure est ordinairement produite avec une tuyère obscure. Il n'est pas toujours possible d'obtenir l'obscurité de la tuyère, un des moyens les plus employés consiste à augmenter la proportion de calcaire.

Nombre des charges passées en douze heures.

Le nombre des charges passées en douze heures est assez variable; il est de vingt, vingt-cinq, et va quelquefois jusqu'à quarante; il paraît être le plus souvent de trente. La charge se compose de 5 à 6 quintaux de coke; de 3, 4 et quelquefois

Composition des charges. jusqu'à 6 quintaux de minéral grillé: cela dépend et de la richesse du minéral et de la fonte que l'on veut obtenir. La quantité de castine est, moyennement, le tiers en poids du minéral grillé. Le coke est apporté au fourneau dans des paniers, le minéral l'est dans des bâches en tôle; chaque charge contient huit à neuf paniers de coke, douze bâches de minéral grillé, et six bâches de castine.

Marche du fourneau. Lorsque la marche du fourneau est réglée, la chaleur est considérable, la flamme du gueulard paraît au dessus de la cheminée; elle est assez forte pour être visible le jour et elle répand la nuit une très grande lumière.

Coulée. Les laitiers sortent naturellement par dessus la dame; on hale la portion, qui se trouve dans le creuset au moment de la coulée de la fonte.

On coule deux fois en vingt-quatre heures, ordinairement à six heures du matin et à six heures du soir; c'est aussi le moment où les chargeurs se remplacent. Avant de quitter son poste, le chargeur doit accumuler de part et d'autre des ouvertures de chargement plusieurs charges de minéral et de coke, de manière que ces ouvertures soient complètement fermées.

Au moment de la coulée, on retire le laitier et quelques morceaux d'argile qui servaient à fermer l'avant-creuset à la fin de la coulée précédente: ce travail est quelquefois assez pénible. Il faut enfoncer des ringards dans le creuset et souvent on ne parvient à le faire qu'avec difficulté. Le creuset étant nettoyé, on enlève la plus grande partie de l'argile qui ferme le trou de coulée, et l'on finit par l'ouvrir au moyen d'un

ringard qu'on fait entrer à coups de marteau. Pour avoir plus de facilité à enfoncer cet outil, on l'appuie sur un pied de fer d'environ 15 pouces de hauteur et posé à un pied et demi du trou de coulée.

La coulée finie, on arrête le vent : on bouche le trou avec un sable argileux un peu humide ; on le bourre avec un ringard et un autre instrument de fer terminé par une petite pelle carrée, dont le plan est perpendiculaire au manche de l'instrument. On ferme la partie supérieure de l'avant-creuset et on redonne le vent.

Il est à remarquer que, dans beaucoup de hauts-fourneaux, la tympe est très inclinée, en sorte que l'avant-creuset est assez grand ; la dame est aussi fort inclinée intérieurement : tout cela rend plus facile le travail que nous venons d'indiquer ; enfin, la ligne inférieure de la tympe est plus haute que la ligne supérieure de la dame : il en résulte encore plus de facilité pour travailler dans l'intérieur du creuset.

Produits. Les produits sont de deux espèces, les laitiers et la fonte.

Laitiers. C'est par les laitiers qu'on juge le plus souvent de la marche d'un fourneau. Un bon laitier doit être peu fluide et très chargé de chaux ; sa couleur est alors un gris un peu jaunâtre, quelquefois un peu bleuâtre ; il est opaque ou très faiblement translucide ; on remarque quelquefois de très petits cristaux sur les laitiers ; on trouve même des morceaux assez gros formés complètement de la réunion de ces cristaux.

Les laitiers sont différens, suivant la qualité de la fonte qui leur correspond : ceux qui proviennent d'un travail donnant de la fonte pour

l'affinage sont le plus souvent complètement opaques.

Un laitier vitreux, d'une couleur très foncée, indique toujours un mauvais travail.

Les laitiers sont quelquefois moulés en prismes et on les emploie pour bâtir des murs de clôture.

Ainsi que nous l'avons indiqué au commencement de ce Mémoire, on distingue plusieurs qualités de fonte ; celle que l'on cherche le plus souvent à obtenir est la fonte moyenne, plus ou moins grise suivant qu'on la destine au moulage ou à l'affinage. Pour faire de bonnes fontes grises, il ne suffit pas de rétrécir le ventre des fourneaux, de diminuer la pente des étalages, et de conduire le travail chaudement, il faut encore charger des minerais et des cokes suffisamment purs. On ne saurait obtenir avec certains minerais et avec des cokes sulfureux que des fontes blanches ou truitées.

Quelques pièces de moulage sont coulées immédiatement du haut-fourneau. Le plus souvent, la fonte est coulée en petites gueuses de 3 à 4 pieds de longueur et du poids de 2 quintaux à 2 quintaux et demi (100 à 125 kilogrammes).

Les hauts-fourneaux du Staffordshire donnent en général cinquante tonnes par semaine. Le produit est quelquefois beaucoup plus considérable ou moindre, cela dépend et des dimensions du fourneau et de la nature de la fonte ; on obtient généralement plus de fonte propre à l'affinage que de fonte de moulage dans le même temps.

La durée des campagnes est ordinairement de quatre à six ans : au bout de ce temps, on est obligé de mettre hors et de réparer le creuset.

Fonte.

Production hebdomadaire.

Durée des campagnes.

l'ouvrage et les étalages. La durée moyenne de la chemise est d'environ douze ans, en sorte qu'une chemise peut servir pendant deux ou trois campagnes.

On prolonge quelquefois la durée des campagnes en réparant l'ouvrage avec de l'argile, à mesure qu'il se dégrade, ou en déterminant la formation de dépôts de fer affiné aux environs de la tuyère, afin de rétrécir le fourneau. On marche ainsi jusqu'à ce que la fonte devienne trop mauvaise ou la consommation en combustible trop considérable pour que l'on puisse continuer plus long-temps avec avantage. On a fait de cette manière des campagnes de quinze et même vingt ans.

Consommations, dépenses.

Consomma-
tions. Nous donnerons ici les consommations de six hauts-fourneaux des environs de Dudley, au moyen desquelles nous avons calculé le prix de fabrication d'une tonne de fonte propre à l'affinage (*forge-pig*).

HAUTS-FOURNEAUX DE												
	Gospel-oak.		Guildo-hill.		Moor-crift.		Wil-ling-worth.		Broad-men-dows.		Capon-field.	
	tons.	qt.	tons.	qt.	t.	qt.	t.	qt.	t.	qt.	t.	qt.
Charbon.....	5	18	3	15	3	16	3	18	3	17	3	15
Minérai cru..	3	»	2	18	2	18	2	18	2	17	3	»
Castine.. . . .		15		12		14		15		15		12

Le résultat moyen de ces six hauts-fourneaux est :

Houille. . . 3 ton. 16 qt. 60 liv. (5,884 kilog.)
Minérai. . . 2 ton. 18 100 (2,988,69)
Castine. . . » 13 100 (705,06)

(Le quintal est de 112 livres.)

La consommation en houille comprend la consommation du grillage et celle du haut-fourneau ; il faut y ajouter la houille brûlée pour la machine soufflante, la quantité en est quelquefois considérable. Elle est d'une tonne ou trois quarts de tonne de houille menue lorsque la machine ne souffle qu'un seul fourneau, mais d'une demi-tonne seulement lorsque la machine souffle plusieurs fourneaux. Dans notre calcul, nous la supposerons d'une demi-tonne.

La houille menue vaut de 2 à 3 shillings la tonne.

La houille employée à faire le coke vaut de 7 à 8 shillings la tonne ; nous supposerons que la moyenne est de 7 shillings.

Le prix des différens minerais dont on se sert pour fabriquer la fonte de forge varie de 4 à 10 shillings la tonne ; il descend rarement au dessous de 7 shillings. Nous prendrons 8 shillings pour moyenne.

Enfin, après plusieurs années de travail dans une usine bien conduite, on a évalué que les faux frais de la fabrication d'une tonne de fonte, comprenant la main-d'œuvre, les frais d'administration, l'intérêt des capitaux, etc., étaient de 22 à 23 shillings.

Cela posé, voici le prix de fabrication d'une tonne de fonte de fer (*forge-pig*) :

Prix de fabri-
cation d'une

470 FABRICATION DE LA FONTE ET DU FER

tonne de fonte de forge.	t. cw. liv.	sh.	liv. sh. d.
3	16	60 de houille, à 7 la tonne.	1 6 9
2	18	100 de minéral, à 8 la tonne.	1 3 7
	13	100 de castine, à 6 la tonne.	» 3 11
	10	» de houille menue, à 3 . . . »	» 1 6
		Faux frais.	1 2 6
TOTAL.			L 3 18 3 (f. 98,39)

Prix de fabrication d'un quintal métrique. Réduisant ces nombres en kilogrammes, on trouve que le prix de fabrication d'un quintal métrique de fonte peut être ainsi établi :

385k,00 de houille, à 0,87 les 100 kilogr.	f. 3,50
295,00 de minéral, à 0,99 <i>id.</i>	2,92
70,00 de castine, à 0,74 <i>id.</i>	0,52
50,00 de houille menue, à 0,37 <i>id.</i>	0,18
Faux frais.	2,79

TOTAL. f. 9,71

Prix de fabrication de la fonte douce. Pour la fonte douce, on brûle plus de houille, et l'on se sert de minéral plus pur et plus riche, dont le prix moyen monte jusqu'à 13 shillings la tonne. La main-d'œuvre et la partie des intérêts du capital, réparties sur une tonne, sont aussi un peu plus considérables.

Voici à peu près le prix de fabrication d'une tonne :

ton. qx. liv.	sh.	liv. sh. d.
4 10 » de houille, à 7 la t.	13	1 11 6
2 10 » minéral.	13	1 12 6
» 10 » houil. menue.	3	» 1 6
» 15 » castine.	6	» 4 6
Main-d'œuvre, intérêts, etc.	1	6 »
TOTAL.		4 16 »

D'où l'on déduit pour le prix du quintal métrique :

EN ANGLETERRE. 471

kil.	fr.
440,00 houille. à 0,86 le gal. mét.	3,91
250,00 minéral. 1,61	4,02
50,00 houille menue. 0,37	0,18
75,00 castine. 0,55	0,54
Main-d'œuvre, intérêts, etc.	3,24
TOTAL. 11,89(1).	

FABRICATION DE LA FONTE DANS LE SUD DU PAYS DE GALLES.

Fourneaux, machines et matières premières.

La forme extérieure des hauts-fourneaux du pays de Galles diffère peu de celle des hauts-fourneaux du Staffordshire : ce sont aussi des pyramides quadrangulaires tronquées, quelquefois la partie supérieure est conique. On remarque quelques fourneaux d'une construction très légère; nous donnerons quelques détails sur l'un d'eux.

La hauteur des fourneaux est plus grande que dans le Staffordshire; elle est le plus souvent de 45 à 50 pieds anglais : nous en avons vu un qui avait 62 pieds d'élévation.

On distingue aussi quatre parties dans les

(1) Ces prix de fabrication éprouvent nécessairement de légères variations en plus ou en moins suivant la position des usines. Aussi ne prétendons-nous donner qu'un exemple du coût de la fonte aux établissemens placés dans une situation moyennement favorable. On pourra objecter à l'exactitude de nos calculs que des fontes de forge ont été livrées l'été dernier à 4 liv. st. la tonne et des fontes douces à 5 livres; mais le profit était très petit, et même il n'est pas impossible que, comme cela est arrivé dans quelques unes de nos usines en France, on ait vendu à perte. Peut-être aussi doit-on ne porter la houille qu'à 6 shillings, ce qui est le prix dans le plus grand nombre des usines : toujours est-il qu'aujourd'hui (juillet 1829), d'après le journal de Birmingham, plus de 20 fourneaux du Staffordshire chôment, à cause du bas prix des fontes.

Forme extérieure de ce fourneau.

Hauteur.

Différentes parties qui les composent.

hauts-fourneaux du pays de Galles, savoir : le *creuset*, l'*ouvrage*, les *étalages* et la *chemise*. Dans ces dernières années, on en a construit un grand nombre, dans lesquels l'ouvrage est complètement supprimé, quelques uns même n'ont pas de creusets; l'intérieur consiste en deux troncs de cône réunis par leur grande base. La sole de ces nouveaux fourneaux est arrondie vers la *rustine*; cela rend le travail plus facile: ce qui a conduit à adopter cette nouvelle forme de fourneau, c'est que l'on prétend qu'au bout de deux mois de travail dans les fourneaux ordinaires, l'ouvrage est dégradé de manière que le fourneau prend réellement cette forme, et on espère, en la lui donnant de suite, faire de plus longues campagnes.

Les dimensions de ces nouveaux fourneaux, et en général à tous les hauts-fourneaux du pays de Galles sont considérables.

Dimensions
du creuset.

Les dimensions du creuset varient de 2 pieds 4 pouces de largeur à 6 pieds, de 6 à 7 pieds de longueur perpendiculairement à la face de *rustine*; enfin, de 2 pieds 2 pouces à 5 pieds de profondeur.

Dimensions
de l'ouvrage.

Les fourneaux qui ont un creuset de 2 pieds 4 pouces à 2 pieds 6 pouces de largeur ont un ouvrage. La hauteur de l'ouvrage et du creuset est de 6 pieds 6 pouces à 8 pieds; le diamètre supérieur de l'ouvrage est de 3 pieds 6 pouces à 5 pieds. Ces deux parties du fourneau sont bâties en grès réfractaire à gros grains, celui-ci renferme même quelquefois des morceaux de quartz assez gros: il se trouve à la partie inférieure du terrain houiller.

Hauteur du
diamètre au
ventre.

Les étalages ont de 6 à 9 pieds de hauteur, le diamètre au ventre est de 15, 18 et même 20 pieds.

Enfin, la chemise a de 28 à 32 pieds de hauteur; elle est souvent conique et se compose quelquefois de deux parties, d'une partie cylindrique et d'une partie conique; souvent aussi elle est courbe, de manière que sa tangente est verticale aux points de raccordement avec les étalages, qui sont aussi quelquefois courbes. Nous avons remarqué cette disposition dans l'usine de Cyfarthfa appartenant à M. Crawshay.

Les gueulards sont considérables, leur diamètre varie entre 6 et 10 et même 12 pieds.

Les étalages et la chemise sont bâtis en briques réfractaires faites souvent dans l'usine même. L'argile (*fire-clay*), qui entre dans la fabrication de ces briques, forme une couche assez épaisse placée immédiatement au dessus de la couche principale de houille: cette argile est assez compacte; on commence par la broyer entre des cylindres; pour cela, on la jette dans une trémie, de laquelle elle tombe sur une paire de cylindres cannelés dans le sens des arêtes; de là elle tombe sur une seconde paire de cylindres polis. L'argile ainsi écrasée est broyée dans une danaïde avec un peu d'eau. Un axe vertical, portant plusieurs bras, tourne dans la danaïde; le reste de la fabrication des briques ne présente rien de particulier; les cylindres sont souvent menés par une roue hydraulique.

Les hauts-fourneaux sont surmontés d'une cheminée en briques, de 8 ou 10 pieds de hauteur. Cette cheminée présente deux ou quatre grandes portes par lesquelles on charge le fourneau; ces ouvertures sont souvent fermées par des portes de tôle dans l'intervalle des charges.

Comme nous l'avons déjà dit à l'article du grillage des minerais, les hauts-fourneaux sont adossés

Forme et
dimensions
de la che-
mise.

Diamètre au
gueulard.
Construction
des étalages
et de la che-
mise.

Hauteur des
cheminées.

à des collines, et le grillage du minéral, ainsi que la carbonisation de la houille, se fait à la hauteur du gueulard; on évite ainsi les appareils élévatoires employés près de Dudley.

Nous joignons ici quelques croquis de hauts-fourneaux du pays de Galles.

Croquis de
différens
fourneaux.
Fourneau de
Pontypool.

La *fig. 1*, Pl. XI, donne les dimensions exactes d'un fourneau de Pontypool. Il est à trois tuyères; le plus souvent on ne souffle que par deux à la fois: elles ne sont pas tout à fait vis à vis l'une de l'autre; mais en prolongeant des lignes qui leur seraient parallèles, et passant par leur centre, la moindre distance de ces lignes serait d'un pouce. Les tuyères sont en fonte et ont la forme de demi-tronc de cône; les dimensions de l'orifice qui donne dans le fourneau sont de 4 pouces de hauteur et 4 pouces $\frac{2}{8}$ à la base. Le massif de ce fourneau est en briques, la cuve et les étalages en briques réfractaires; le creuset est en grès.

Les *fig. 2* et *3* représentent les coupes de deux fourneaux de l'usine de Cyfarthfa.

Dans une autre usine des environs de Merthyr-Tydwil au Plymouth-Works, on emploie des fourneaux de dimensions différentes; les premiers ont la forme ordinaire, environ 40 pieds (12^m,20) de hauteur et 15 pieds (5^m,96) de diamètre au ventre; les autres ont 45 pieds (13^m,72) de hauteur, 13 pieds (5^m,48) de diamètre au ventre. Ces derniers n'ont point d'ouvrage.

Le fourneau, *fig. 4*, appartient à l'usine de Dowlais, c'est le plus vaste de tout le pays. Les dimensions nous ayant été communiquées par les ouvriers, nous ne pouvons pas être bien certains de leur exactitude. Nous donnerons plus loin le dessin exact d'un haut-fourneau de ce genre que

Fourneau de
Dowlais.

l'on bâtit actuellement en Écosse. L'usine de Dowlais a neuf autres hauts-fourneaux ayant 18 pieds de diamètre au ventre.

Le fourneau, *fig. 5*, appartient à l'usine de Pen-y-Darran, nous n'en avons pas vu le dessin; nous tenons les dimensions du Directeur, nous ne pouvons pas en garantir l'exactitude. Ce fourneau présente une disposition particulière: ce sont des trous placés à la hauteur de l'ouvrage, au dessus des tuyères, dans lesquels on peut introduire les buses dans le cas d'un dérangement.

Fourneau de
Pen-y-Dar-
ran.

La *fig. 6* donne les dimensions exactes d'un fourneau existant à Neath-Abbey, chez M. Price; il produit principalement de la fonte de moulage. Il est souvent soufflé par trois tuyères. Enfin, le fourneau, *fig. 6, 7, 8* et *9*, Pl. X, est bâti dans les environs de Swansea; il est remarquable par la légèreté de sa construction: il est cylindrique jusqu'à la hauteur du ventre; ensuite il a la forme de l'intérieur même du fourneau, puisqu'à partir de là il n'y a pas de massif, mais une simple chemise faite d'une seule épaisseur de briques. Près du gueulard, les briques n'ont que 9 pouces de longueur, 2 pouces $\frac{1}{2}$ d'épaisseur et 3 pouces de largeur.

Fourneau de
Neath-
Abbey.

Fourneau de
Swansea.

Ce fourneau a trois embrasures de tuyères; les *fig. 6* et *7* en représentent le plan. Les parois sont en pierres, et les lignes horizontales représentent la projection horizontale de sept pièces de fonte soutenant l'ouvrage et les étalages; on peut voir ces pièces en projection verticale dans les *fig. 7* et *9*; elles sont rangées en escalier. Les piliers *aa* et *bb*, *fig. 9*, sont en fonte et ont environ 9 pieds de hauteur. Le fourneau est soutenu par huit de ces piliers, deux à chaque embrasure de tuyère et

deux à l'embrasure de coulée ; leur épaisseur est de 14 pouces. Ils supportent des pièces *d* en fonte, *fig. 9*, de 8 pouces de hauteur et 3 d'épaisseur ; les briques avancent jusque sur ces plaques, en sorte qu'elles ne font aucune saillie.

Le fourneau est relié dans toute sa hauteur par des cercles de fer formés de quatre pièces. On place d'abord contre le massif, et suivant la hauteur, quatre harres de fer *fg* ; on ramène sur cette barre les deux extrémités *i* et *k* du cercle ; on place par dessus une pièce de fer MN, et on unit toutes ces pièces par cinq boulons.

Les cercles sont à peu près à 3 pouces $\frac{1}{2}$ ou 4 pouces de distance les uns des autres ; ils ont 4 pouces de hauteur et 1 $\frac{1}{2}$ pouce d'épaisseur. Il y en a soixante-six sur toute la longueur du fourneau ; le dernier est un peu au dessus du plan des tuyères. Ils sont moins rapprochés au bas du fourneau, à partir des piliers de fonte, que dans la partie supérieure. Entre ceux-ci, il n'y a que des portions de cercles, qui leur sont attachées par des boulons.

Les tuyères sont en fonte ; elles ont 2 pouces $\frac{1}{2}$ de diamètre horizontal, 3 pouces $\frac{1}{2}$ de diamètre vertical et 18 pouces de longueur.

Observations
générales.

On peut, à l'inspection des croquis de ces divers fourneaux, voir les grandes différences qui existent entre leurs dimensions. Nous n'avons pas de renseignements assez précis sur leurs consommations pour décider lequel devrait être préféré ; d'ailleurs il ne paraît pas que celles-ci soient très différentes.

Production.

Le produit de quelques uns de ces fourneaux est énorme ; ceux qui ont 18 pieds au ventre donnent 90 et même 100 tonnes de fonte (*forge-pig*) par semaine : on espère que le fourneau, *fig. 4*

donnera jusqu'à cent vingt tonnes par semaine. Ce fourneau a été mis en feu peu de jours avant notre arrivée à Merthyr-Tydwil (1).

La plupart des massifs de ces fourneaux sont bâtis en grès houiller à grains fins.

Nous décrirons d'abord la seule forme de machine soufflante employée dans le pays de Galles, nous indiquerons ensuite les dimensions de quelques unes de ces machines.

La machine dont nous donnerons la description est construite, chez M. Price, à Neath-Abbey (Glamorganshire) : c'est de cette usine que sortent la plupart des machines soufflantes du pays de Galles.

Elle consiste en un grand cylindre en fonte à double effet : l'air entre à la partie supérieure par des boîtes portant des clapets de cuir ; à la partie inférieure, la base du cylindre est percée de trous fermés également par des clapets de cuir. L'air sort par des tuyaux en passant par des clapets verticaux, qui s'ouvrent en sens contraire des premiers ; ces tuyaux se réunissent à une certaine distance. Tout l'appareil repose sur un soc en fonte.

Le piston est construit comme il suit (voy. Pl. XI, *fig. 7* et *7 bis*) : sur un disque en fonte *ab*, *fig. 7*, est fixée une plaque *gg* également circulaire, avec un rebord *ee*, et portant huit saillies triangulaires *cc*. Un cylindre creux *pq*, auquel aboutissent les saillies *cc*, et qui attient également à la plaque *gg*, est traversé par la tige *T* ; cette tige est fixée par une clavette *nn*. Un anneau *dd*, sub-

Machines
soufflantes.

Machine souff-
flante servant
de type.

Idée générale
de la
machine.

Piston.

(1) Nous avons appris qu'un accident avait forcé de mettre hors.

divisé en huit segmens *s* (voy. la *fig. 7 bis*), succède à la plaque *ggee*, *fig. 7*, et lui est attaché par des vis et écrous; enfin, entre cet anneau et la plaque est serrée une double bande de cuir *ff*. Lorsque le piston monte, la pression de l'air fait frotter la garniture supérieure *f*; lorsqu'il descend, un effet semblable se produit à l'égard de la garniture inférieure, au moyen de huit trous dont est percée la plaque *ab*, afin de permettre à l'air de passer. La plaque *ab* sert principalement à bien centrer le piston et à le guider dans le cylindre.

Dimensions
de la
machine.

Les dimensions de cette machine varient; les plus grandes ont un cylindre de 112 pouces (2^m,84) de diamètre et de 9 pieds (2^m,74) de hauteur. Ce cylindre pèse sept tonnes (7,105 kil.); son prix est calculé à raison de 30 livres sterling la tonne, le cylindre étant allésé (75 fr. le quintal métrique).

Les dimensions que l'on donne le plus souvent à la machine soufflante sont les suivantes :

Diamètre, 105 pouces (2^m,66);

Course du piston, 8 pieds (2^m,44);

Nombre de levées du piston par minute, 15.

La machine à vapeur dont la force est employée à mouvoir le piston est de 52 $\frac{1}{2}$ pouces (1^m,33) de diamètre, ce qui est la moitié du diamètre du cylindre soufflant; elle est de la force de 110 chevaux.

Quantité de
fourneaux
alimentés par
cette
machine.

Ces dimensions sont convenables pour une machine soufflante destinée à trois hauts-fourneaux et trois fineries. En admettant que quinze chevaux soient suffisans pour les trois fineries, il en résulte qu'il faut trente et un $\frac{2}{3}$ chevaux pour

souffler un haut-fourneau. Cette machine est quelquefois employée à souffler quatre hauts-fourneaux; mais alors on augmente un peu la vitesse du piston.

En admettant quinze levées par minute et que tout l'air condensé sorte par les buses, la quantité d'air fournie serait de 14424 pieds cubes (408^{m.c.},20) anglais par minute. Ces machines étant exécutées avec beaucoup de soin, on peut supposer que les 0,95 de l'air total sont lancés dans les fourneaux, ou 13703 pieds cubes (387,80 mètres cubes) par minute.

Deux machines, ayant les dimensions que nous venons d'indiquer, soufflent les six hauts-fourneaux de Pontypool, appartenant à la British-iron-Company: nous avons donné plus haut les dimensions des fourneaux. L'air sortant des cylindres se rend dans une grande boîte rectangulaire, qui sert de régulateur. Les régulateurs secs sont généralement préférés aux régulateurs à eau dans le pays de Galles. En été principalement, l'air sorti des régulateurs à eau est chargé de trop d'humidité; la marche du fourneau peut être dérangée.

Régulateurs.

La machine soufflante des trois hauts-fourneaux dessinés, *fig. 1*, Pl. XI, a 100 pouces de diamètre; la course du piston est de 8 pieds; le nombre des levées de seize par minute. La pression du vent varie de 2 livres à 2 livres $\frac{1}{4}$ pendant la course du piston. La machine souffle deux fineries, outre les trois hauts-fourneaux; elle est menée par une machine à vapeur de la force de cent chevaux; ce qui fait environ trente chevaux par fourneau.

Le vent entre dans les hauts-fourneaux par six buses, ayant chacune 3 pouces (0^m,076) de diamètre. Calculant la quantité d'air fournie par la machine, on trouve 13280 pieds cubes (375^{m.c.},82) par minute.

Le régulateur est un grand vase en tôle cylindrique terminé par deux calottes sphériques; il a 30 pieds (9^m,15) de longueur et 16 pieds (4^m,88) de diamètre, environ 6029 pieds cub. (170^{m.c.},62): c'est près de quatorze fois le volume du cylindre soufflant.

Machines soufflantes de Pen-y-Darran. A l'usine de Pen-y-Darran, près Merthyr, trois hauts-fourneaux, dont les dimensions sont données par la *fig. 5*, reçoivent le vent d'une machine soufflante de 108 pouces (2^m,74) de diamètre, de 8 pieds (2^m,44) de course, et faisant quatorze levées par minute. Cette machine souffle quelquefois quatre hauts-fourneaux; le nombre des levées est alors de dix-huit par minute. La machine à vapeur a 52 pouces $\frac{1}{2}$ (1^m,33) de diamètre; sa force est estimée de quatre-vingt-quinze chevaux.

Pression du vent. La pression du vent est de 2 $\frac{1}{4}$ livres anglaises par pouce carré, ou 0^k,1701 par centimètre carré. Chaque fourneau est ordinairement soufflé par deux tuyères, les buses ont 2 $\frac{1}{2}$ pouces à 3 pouces de diamètre. En supposant que la machine fasse quatorze levées par minute, on trouve qu'elle fournit 13530 pieds cubes (402^{m.c.},901) d'air par minute.

Machine soufflante du fourneau de Swansea. Le petit fourneau, *fig. 9*, Pl. X, est soufflé par une machine dont le diamètre est de 50 pouces; la course du piston est de 6 pieds 3 pouces; il donne dix-huit levées par minute: outre le haut-

fourneau, elle souffle une petite finerie et deux fourneaux à la Wilkinson.

On peut conclure de ce qui précède que la force nécessaire pour souffler un haut-fourneau du pays de Galles est de vingt-huit à trente chevaux. On assure qu'elle est quelquefois beaucoup plus considérable, qu'elle s'élève à quarante ou quarante-cinq chevaux pour les hauts-fourneaux ayant 18 pieds de diamètre au ventre, et donnant 90 tonnes de fonte par semaine; enfin, qu'il faudra une force de cinquante à soixante chevaux pour souffler le haut-fourneau dont les dimensions sont données par la *fig. 4*.

Les gîtes de combustible minéral se montrent dans le pays de Galles sur une ligne courbe, espèce d'ellipse très allongée de l'Est à l'Ouest. Dans le midi du Glamorganshire, on trouve des houilles très bitumineuses; lorsque l'on s'éloigne de part et d'autre du point où on les rencontre, on voit la quantité de parties volatiles diminuer, et l'on arrive par gradations insensibles à l'antracite, qui s'étend sur une grande étendue des portions d'ellipse dont les convexités sont tournées vers le Nord ou vers l'Ouest. M. Philipp Taylor, qui nous a confirmé ce fait extrêmement curieux, dont M. Price nous avait déjà entretenu en Angleterre, ajoute que le même terrain paraissait renfermer l'antracite et les houilles bitumineuses. Nous regrettons de n'avoir pu étudier des circonstances géologiques aussi intéressantes avec tout le soin qu'elles mériteraient. A Pontypool, les houilles sont moyennement bitumineuses; à Merthyr, elles ne paraissent éprouver qu'une assez faible perte en poids à la carbonisation, et

Force nécessaire pour souffler un haut-fourneau dans le pays de Galles.

Houilles.

l'on y brûle souvent des mélanges de houilles diversement riches en bitume. Près de Swansea, un fourneau placé entre la houille bitumineuse et l'anhracite les emploie simultanément (voy. page 485). Les houilles dont on se sert chez M. Hunt, à Pontypool, provenant d'affleuremens de couches, sont d'une qualité inférieure. Elles renferment une assez forte quantité de pyrites; celles de Merthyr sont plus pures.

Minerais.

Les minerais fondus dans le pays de Galles sont, comme dans le Staffordshire, le fer carbonaté des houillères, dont on distingue aussi plusieurs variétés. Ils sont mélangés et grillés; le mélange de minéral cru est, moyennement, de 30 à 33 pour 100 de richesse.

La richesse est quelquefois plus considérable. On nous a dit à Dowlais que 2 tonnes 5 quintaux à 2 tonnes 10 quintaux de minéral cru donnaient une tonne de fonte. La perte, dans le grillage, est de deux septièmes du poids. En admettant que 2 tonnes 9 quintaux donnent une tonne de fonte, la richesse du minéral cru serait de 40 pour 100 et celle du minéral grillé de près de 60.

A Pontypool, on calcule que 3 tonnes 3 quintaux de minéral cru donnent une tonne de fonte.

A Neath - Abbey, on compte 3 tonnes 10 quintaux.

Dans quelques usines, on fond une petite quantité de minéral de fer hématite du Lancashire et des scories de fourneau de puddlage et de réchauffage. A Abergavanny, on n'emploie quelquefois que l'hématite et les scories, le mélange se compose alors de quatre parties de sco-

ries et d'une de fer hématite. A l'usine de Pen-y-Darrau, on a remarqué que la fonte avait un retrait considérable lorsqu'on mélangeait des scories au minéral carbonaté.

On emploie en général comme castine le calcaire qui se trouve au dessous du terrain houiller dans le pays de Galles: il est désigné par MM. Philips et Conybeare, sous le nom de *carboniferous* ou *mountain limestone* (calcaire carbonifère ou calcaire de montagne); il est ordinairement d'un gris noirâtre, assez dur.

Castine.

On compte généralement que la quantité de castine versée dans le haut-fourneau est le tiers en poids du minéral cru; elle est quelquefois un peu moindre: d'ailleurs, elle varie un peu avec la nature de la fonte que l'on veut obtenir.

Travail des hauts-fourneaux du pays de Galles.

Ce travail est à peu près le même que dans le Staffordshire; la conduite du fourneau, la coulée, ne présentent rien de particulier.

Nous avons déjà donné la quantité de vent versée dans un haut-fourneau; elle est entre 3,000 et 4,000 pieds cubes, le volume étant pris à la pression atmosphérique. Cet air est le plus souvent lancé par deux orifices, dont le diamètre est de $2\frac{1}{2}$ à 3 pouces et quelquefois de 4 pouces. Les grands fourneaux ayant 18 pouces au ventre travaillent ordinairement avec trois tuyères. La pression du vent n'est jamais bien considérable; elle est de $1\frac{1}{4}$ à $1\frac{3}{4}$ de livre; rarement elle dépasse 2 livres par pouce carré ($0^k,0946$ à $0,1133$ à $0^k,1510$ par centimètre carré).

Quantité de vent et pression.

Etat de la
tuyère.

Souvent on travaille à tuyère obscure et quelquefois même avec un nez, c'est ce que l'on fait à Pontypool. Si le nez est trop long, on le casse avec un ringard; on passe quelquefois pour cela l'outil par la tuyère de rustine.

Charges.

Le nombre des charges est variable, il est assez considérable : souvent on cherche à tenir le fourneau continuellement plein. Dans tout le pays de Galles, on amène le minéral et le coke au gueulard, dans une longue brouette à jour : elle est faite avec des barres de fer plat. Cette brouette a environ 4 pieds de longueur dans œuvre, 2 pieds de largeur et 2 pieds et demi de profondeur; elle contient 4 ou 5 quintaux de coke, quelquefois seulement 3 quintaux.

A Pen-y-Darran, le chariot contient 3 quintaux de coke; la charge consiste en quatre chariots ou 12 quintaux; on les verse successivement par les quatre portes de la cheminée.

A Neath-
Abbey.

A Neath-Abbey (fourneau *fig. 6*), les charges sont assez petites; on en fait soixante en vingt-quatre heures. Chaque charge consiste en 3 quintaux $\frac{1}{2}$ (1) ou 420 livres de coke. . . 190^k,310
420 livres de minéral. . . 190 ,310
105 livres de castine. . . 47 ,575

Ce fourneau donne de la fonte pour moulage environ trente tonnes par semaine. Il est soufflé ordinairement par trois tuyères de 2 pouces et un quart de diamètre (0^m,0571).

Près de Swan-
sea.

Enfin, le combustible employé dans le petit fourneau, *fig. 7*, se compose de coke et de *stone*

(1) Il est ici question du quintal de 120 liv.

coal non carbonisé; le *stone coal* est une sorte d'anhracite qui ne peut pas donner de coke. La charge se compose d'un *barrow* (brouette à jour) de combustible, contenant :

2 $\frac{1}{2}$ qx. de coke. . . . 126^k,867,
1 $\frac{1}{4}$ qal. de *stone coal*. . 76 ,120;

plus 4 à 5 qx. de minér. grillé. 202 ,988 à 253,735,
1 à 1 $\frac{1}{3}$ qal. de castine. . 50 ,747 à 67,662.

Ce fourneau donne de la fonte propre au moulage, on coule même plusieurs pièces en fonte de première fusion. Le produit est de vingt-cinq à trente tonnes par semaine.

On consomme 4 $\frac{1}{2}$ tonnes de combustible pour faire une tonne de fonte : ces 4 $\frac{1}{2}$ tonnes se composent de 2,80 de coke et 1,70 de *stone coal*. La conduite de ce fourneau ne présente rien de particulier.

On fait généralement deux coulées par vingt-quatre heures. Les laitiers coulent naturellement par dessus la dame; cependant on travaille quelquefois quatre fois dans le creuset, dans l'intervalle de deux coulées.

On distingue principalement deux sortes de laitiers : l'un, très compacte, gris, contient beaucoup de chaux; il provient du travail pour obtenir de la fonte de moulage (*foundry-pig*); l'autre, un peu vitreux, brunâtre, provient du travail pour fonte à affiner (*forge-pig*).

Laitiers.

Le produit en fonte est considérable; il est, moyennement, de soixante à soixante-cinq tonnes par semaine : certains fourneaux donnent

Productions.

quatre-vingt-dix et même jusqu'à cent tonnes. On peut compter que le fourneau donne un quart de moins lorsqu'il travaille pour fonte de moulage, du moins c'est d'après cette règle qu'on calcule le salaire des ouvriers des hauts-fourneaux. On affine une grande partie de la fonte fabriquée en pays de Galles; c'est pour cela qu'on recherche plutôt la quantité que la qualité.

La fonte est coulée en petites gueuses de 1 quintal à 2 quintaux.

La durée des campagnes est en général de quatre à cinq ans; elle est quelquefois plus considérable (1).

Consommations, dépenses.

Prix de fabrication des diverses espèces de fonte. De la fonte de forge à Cyfartha. Voici les élémens du prix de fabrication des deux espèces de fonte dans diverses localités du pays de Galles:

1^o. Chez M. Crawshay, à Cyfartha, près Merthyr, on dépense pour faire une tonne de fonte de forge:

t.	q.	l.	liv.	sh.	d.
3	10	»	houille, à 4 sh. la tonne.	»	14 »
3	»	»	minérai, à 10.	1	10 »
»	14	»	castine, à 1 sh. 6 d.	»	1 »
			Main-d'œuvre, administration, etc.	»	15 »

TOTAL (2) 3 4 »

(1) M. Henry, propriétaire d'un haut-fourneau à Llanvan (Bretagne), a fait venir des pierres (*puding-stone*) ordinairement employées en pays de Galles à bâtir les creusets. Ces pierres n'ont résisté que huit à neuf mois dans un haut-fourneau marchant au charbon de bois.

(2) Il n'est pas probable que les intérêts des capitaux soient compris dans ce calcul.

D'où l'on déduit pour le quintal métrique :

kil.		
350,00	houille, à 0,50 le quint. mét.	1 75
300,00	minérai, à 1,24	3 72
70,00	castine, à 0,18.	0 13
	Main-d'œuvre, administration, etc.	1 86

TOTAL 7 46

2^o. A Pontypool, chez M. Hunt, pour une tonne de fonte douce: De la fonte douce à Pontypool.

t.	q.	l.			
6	»	»	houille, à 40 sh. la tonne.	1	4 »
»	14	»	houil. menue pr. grill. et mach., à 1 sh. 6 d.	»	1 1
3	3	»	minérai, à 7 shellings.	1	2 1
»	15	»	castine, à 2 sh. 6 d.	»	1 10
			Frais généraux, y compris les intérêts.	1	1 »

TOTAL (1) 3 10 »

D'où l'on déduit pour le quintal métrique :

600 ^k ,00	houille. . . , à 0,50 le quintal mét.	3 f. 00
70,00	houille menue, à 0,18.	0 13
315,00	minérai, à 0,87.	2 74
75,00	castine, à 0,51.	0 23
	Frais généraux	2 60

TOTAL 8 70

(1) Nous ne sommes pas parfaitement certains des prix du minérai et de la castine, ainsi que des frais généraux. Toutes les autres données peuvent être considérées comme parfaitement exactes. La grande consommation de houille tient à la qualité inférieure de ce combustible.

De la fonte
douce à
Neath.3^o. A Neath :

t.	q.	l.	sh.	d.
4	»	houille, à sh. le tonn.	»	16 »
3	10	minérai, à 12 sh.	»	2 »
1	»	castine, à 3.	»	3 »
Frais généraux.			1	»

 TOTAL (1) 4 1 »

D'où l'on déduit pour le quintal métrique :

400k,00	houille, à 0,50 le quint. mét.	2f.	»
350,00	minérai, à 1,50.	5	25
100,00	castine, à 0,35.	0	37
Frais généraux.		2	48

 TOTAL. 10 10
Détails du
prix
de fabrica-
tion d'une
tonne de fon-
te douce et
d'une tonne
de fonte de
fer à Verteg.

Voici maintenant tous les détails du prix de revient d'une tonne de fonte de forge et d'une tonne de fonte douce, tels qu'ils étaient en avril 1823 au fourneau de Verteg près Pontypool (2) :

(1) Quoique ce compte ait été établi par M. Price lui-même, devant nous, nous pensons que la consommation de houille est trop faible, vu que dans cette usine on ne fait que de la fonte douce de première qualité pour machines. D'ailleurs, cela devient évident si l'on considère la composition des charges (voy. page 485), si l'on fait entrer dans le calcul la perte en poids de la houille et des minerais à la calcination, et si l'on songe à la quantité de combustible exigée pour la mise en feu.

(2) Nous donnons ces renseignements, quoiqu'ils se rapportent à l'année 1823, parce que nous pouvons en garantir la parfaite authenticité. Certains prix ont changé, mais les

	Pour fonte douce.	Pour fonte de forge.
Fondeurs (<i>keepers</i>)	1 sh. 2 d.	» 10
Chargeurs (<i>fillers</i>)	1 »	» 8
Ouvr. qui remplit les brouettes de laitiers (<i>cinder filler</i>) . . .	» 10	» 8
Casseur de castine (<i>limestone breaker</i>)	» 5	» 5
Ouvrier qui fait le coke (<i>coker</i>) .	1 3	1 3
Ouvr. qui charrie le coke (<i>coke hallier</i>)	» 3 1/2	» 3 1/2
Ouvr. qui remplit les brouettes de coke (<i>coke filler</i>)	» 4 1/2	» 4 1/2
Grilleur de minérai (<i>mine bur- ner</i>)	» 5 1/2	» 5 1/2
Ouvriers qui s'occupent de la machine (<i>engineers</i>)	» 6	» 6
Peseur de fonte (<i>pigweigher</i>) .	» 2	» 2
Homme qui renouvelle les pla- ques du gueulard (<i>plate layer</i>) .	» 2	» 2
Homme chargé du soin du plan incliné qui mène au gueulard (<i>bridge stocker</i>)	» 6	» 6
Ouvr. dont nous ignorons l'em- ploi (<i>box filler</i>)	» 4	» 4
Réparations aux outils	» 2 1/2	» 2 1/2
TOTAL	7 8	6 10

rapports entre les frais n'ont pu qu'être légèrement modifiés : les résultats sont la moyenne d'un mois ; si l'on prenait la moyenne d'une campagne, le prix de fabrication de la fonte serait nécessairement plus élevé.

A ces frais de main-d'œuvre il faut ajouter:

A l'homme qui emmène les laitiers.	31.	10 sh.	»	par mois.
A l'homme qui emmène la castine.	1	10	»	
Aux gardes de nuit	3	10	»	
A différens autres ouvriers, dont nous ignorons l'emploi (<i>cropper, brass filler, horse driver and boy, champmine filler.</i>	6	16	3	
En tout	15	6	3	

Ce qui, réparti sur 240 tonnes, production de l'usine pendant le mois, fera par tonne 1 sh. $3\frac{1}{4}$.

Nous aurons, de plus, des frais divers de main-d'œuvre, qui, se montant à 39 liv. 1d. pour 527 tonnes, seront, pour une tonne, 1 sh. $6\frac{3}{4}$.

Additionnant entre eux ces élémens du prix de fabrication, nous obtiendrons pour les frais complets de main-d'œuvre :

	P ^r . fonte douce.	P ^r . fonte de fer.
Frais de main-d'œuv. acquittés par tonne	7 sh. 8 d.	6 sh. 10
Frais de main-d'œuvre acquittés au jour ou au mois	1 3 $\frac{1}{4}$	1 3 $\frac{1}{4}$
Frais divers de main-d'œuvre	1 6 $\frac{3}{4}$	1 6 $\frac{3}{4}$
TOTAL	10 6 9	8

Les frais d'administration ont été 830 liv. st. pour 6,240 tonnes, cela fait par tonne

Chevaux et sable	1	1 $\frac{1}{2}$	1	1 $\frac{1}{2}$
Houille, à 5 sh. la tonne, dont on a brûlé 5 t. 2 q ^x . pour la fonte de forge et 5 t. 12 q ^x . pour la fonte douce	28	»	25	6
Minéral, à 7 sh. la ton., 3 ton. 13 q. p ^r . l'une et l'autre espèce de fonte.	25	5	25	5
<i>A reporter.</i>	67	8 $\frac{1}{2}$	64	4 $\frac{1}{2}$

<i>Report.</i>	67	8 $\frac{1}{2}$	64	4 $\frac{1}{2}$
Castine, 1 tonne pour fonte douce et $\frac{4}{5}$ pour t. pour fonte de forge.	2	6	2	»
Coût à l'usine	70	2 $\frac{1}{2}$	66	4 $\frac{1}{2}$
Transport à Newport, port du pays de Galles.)	6	» $\frac{1}{2}$	6	» $\frac{1}{2}$
Frais d'embarcation, etc	3	»	3	»
Coût de la tonne embarquée.	79	3	75	5

Il est ici question de la tonne (*long weight*) de 2460 liv. ; la tonne ordinaire de 2240 liv., dite tonne *short weight*, coûterait seulement,

Si c'est de la fonte douce. 75 » (93^f, 06),
Si c'est de la fonte de forge. 70 5 (88, 52).

Nous ne traduirons en mesures françaises que les chiffres des principaux élémens dont se composent ces prix de fabrication : cela nous donnera, pour le coût du quintal métrique à l'usine :

	P ^r . fonte douce.	P ^r . fonte de forge.
Houille, à 0,62 le quint. mét., 560 kil. pour fonte douce, et 510 kil. pour fonte de forge	3f. 47	3f. 16
Minéral, à 0,87 le quint. mét., 365 kil.	1 18	3 18
Castine, à 0,31 le quint. mét., 100 kil. pour fonte douce et 80 kil. pour fonte de forge	0 31	0 25
Frais de main-d'œuvre et réparations	1 44	1 34
Frais d'administration	0 33	0 33
TOTAL	8 f. 73	8 f. 26

A ces divers frais il faudrait ajouter les intérêts du capital.

En 1824, la houille ne coûtait que 4 sh. ; la tonne de fonte de forge n'est revenue à l'usine qu'à 3 liv. 3 sh. (79 f. 18).

Détail des consommations en combustible pour la fabrication d'une tonne de fonte de forge à Ver-teg.

Voici la moyenne des consommations pour la fabrication d'une tonne de fonte de forge, avec les détails de la consommation en combustible, dans le fourneau de Verteg, pendant un trimestre de l'année 1824 :

Houille pour le haut-fourneau.....	3 t. 17 q.
Houille pour la machine.	» 10
Houille pour le grillage des minerais dans des fours.	» 3
TOTAL de la houille consommée.	4 1
Minéral	2 10
Castine.....	1 3

Nous n'avons pas les consommations de ces fourneaux en 1828.

On voit que la quantité de combustible et même celle des minerais et castine varient pour un même fourneau et une même espèce de fonte. On ne s'en étonnera pas si l'on songe que la qualité de la houille et celle des minerais changent suivant les couches que l'on exploite, et qu'enfin la quantité que l'on en consomme dépend aussi de la conduite du fourneau, des accidens qui peuvent survenir, etc., etc.

Consommation en combustible aux Plymouth-Works, à Pen-y-Darran, à Dowlais et à Abergavanny.

A l'usine dite *Plymouth-Works*, près Merthyr, on ne consomme pas tout à fait trois tonnes de houille pour une tonne de fonte de forge, mais il faut songer que six tonnes de houille y donnent cinq tonnes de coke. A Pen-y-Darran, on brûle trois tonnes; à Dowlais, quatre; à Abergavanny, trois tonnes 10 quintaux.

FABRICATION DE LA FONTE DANS LE NORD DE L'ANGLETERRE ET EN ÉCOSSE.

Usines du Yorkshire, du Northumberland et de l'Écosse.

Nous ajouterons ici quelques mots sur les usines que nous avons visitées en Yorkshire, à Newcastle et en Écosse.

Nous avons visité deux usines assez considé-

rables dans les environs de Bradford : toutes deux consistent en plusieurs hauts-fourneaux, des forges, une fabrique de machines et une fonderie de canons.

La fig. 8, Pl. XI, donne les dimensions exactes des hauts-fourneaux d'une de ces usines; ils ont environ 45 pieds de hauteur, et diffèrent peu des hauts-fourneaux du Staffordshire. Au dessous de la ligne A B, le fourneau est carré; l'intérieur est bâti en pierres réfractaires; au dessus de cette ligne, la section horizontale est un cercle, et la chemise est faite en briques réfractaires.

Haut-fourneau de l'usine de Bowling (Yorkshire).

Les numéros indiquent des portions de la chemise, dans lesquelles entrent les quantités de briques suivantes :

N° 1.	950
N° 2.	1750
N° 3.	1030
N° 4.	770
N° 5.	600
N° 6.	430

5530

De même que dans le Staffordshire, ces briques n'ont pas toutes les mêmes dimensions.

Dans la figure, la tympe est dessinée en lignes pointées.

Dans une autre usine, nous avons vu un haut-fourneau bâti depuis huit ans, dont les dimensions et la forme sont indiquées par la fig. 9, Pl. XI. La hauteur totale est de 45 pieds. On remarque que ce fourneau a la forme d'un *flussofen*; il n'a ni ouvrage ni creuset; il reçoit le vent par une seule tuyère de 4 pouces de diamètre: la pression est de 2 livres par ponce carré. Dans cette usine, une force de cent qua-

Haut-fourneau de l'usine de Lowmoor.

T. V, 3^e livr. 1829.

35

rante chevaux est employée à souffler quatre hauts-fourneaux, deux fineries et trois fourneaux à la Wilkinson.

Machines soufflante de Bowling.

Dans l'usine dont nous avons donné plus haut les dimensions des fourneaux, une machine à vapeur de quatre-vingt-quatre chevaux souffle trois hauts-fourneaux; ils reçoivent le vent par deux tuyères. La pression est de 2 livres $\frac{1}{2}$ par pouce carré.

Charge.

La charge est versée dans le haut-fourneau au moyen d'un chariot de tôle dont le fond est mobile dans une coulisse. Lorsqu'on roule ce chariot vers le fourneau, il rencontre près du gueulard une pièce de fer qui accroche le fond, le fait glisser, et le chariot, continuant à rouler, se vide dans le fourneau. En le retirant, l'ouvrier l'incline en avant, de manière que le fond rencontre un nouvel arrêt et se referme.

On passe, dans le fourneau ci-joint, seize à vingt charges en douze heures. La charge se compose de

8 quintaux de coke.	405k,976
8 quintaux de minéral.	405,963
3 quintaux de castine.	15,341

La richesse du minéral est d'environ 38 p. 100 après le grillage.

A la première usine dont nous avons parlé, on passe vingt-deux à vingt-quatre charges en douze heures. La charge est de

5 $\frac{3}{4}$ quintaux de coke.	291k,735
6 $\frac{3}{4}$ quintaux de minéral.	342,540
2 $\frac{3}{4}$ quintaux de castine.	139,552

La fonte est destinée à l'affinage. On diminue la quantité de minéral lorsqu'on travaille pour fonte de moulage.

A Bradford, la richesse moyenne du minéral cru est de 27 à 28 p. 100. La consommation totale de combustible est d'environ quatre tonnes de houille pour faire une tonne de fonte.

A Sheffield, on passe trente à trente-deux charges en douze heures. La charge est de

Haut-fourneau de Sheffield.

430 livres de coke.	190k,30
280 livres de minéral.	126,87
112 livres de calcaire.	50,747

On travaille pour fonte de moulage.

La production moyenne de ces hauts-fourneaux est de quarante tonnes par semaine.

Nous avons visité la seule usine à fer des environs de Newcastle-sur-Tyne; elle consiste en deux hauts-fourneaux, une forge et une fonderie.

Hauts-fourneaux de Newcastle-sur-Tyne.

Les hauts-fourneaux ont 54 pieds: on bâtit en ce moment une nouvelle usine près de Newcastle, dont on nous a dit que les fourneaux seraient encore plus élevés. Le gueulard est terminé par une partie ayant la forme d'un tronc de pyramide carrée, qui a 2 $\frac{1}{2}$ pieds de hauteur: la fig. 10, Pl. XI, donne les autres dimensions.

Ce fourneau est soufflé par une seule buse de 3 $\frac{1}{2}$ pouces de diamètre. Quelquefois la buse est un peu évasée, elle n'a alors que 3 pouces à l'endroit resserré. La machine soufflante servant à un seul des hauts-fourneaux et à deux petits fourneaux à la Wilkinson, travaillant ordinairement 4 heures par jour, a 60 pouces de diamètre, 6 pieds de course, et fait quinze à seize levées par minute; nous ne connaissons pas la pression du vent. La machine à vapeur est de la force de trente-deux chevaux.

Machine soufflante.

Au moyen de ces données, on trouve, en se servant de la formule $Q = 0,95 \pi R^2 V$, que la

quantité d'air lancée dans le fourneau est de 3,356 pieds cubes (94^{m.c.}, 9748) par minute.

Avant d'arriver au fourneau, le vent passe dans un régulateur à eau.

Charge.

La charge et le produit du haut-fourneau varient avec la fonte que l'on veut obtenir. Pendant notre séjour à Newcastle, on travaillait pour fonte douce; le produit par semaine était d'environ trente-cinq tonnes. La charge se composait de

6 quintaux de coke.	304 ^k , 482
4 1/2 à 5 qx. de minéral grillé.	228 , 361 à 253 , 735
2 quintaux de craie	101, 494

On emploie la craie comme castine; quelques bâtimens de commerce en apportent pour lest.

On passe moyennement trente-deux charges en douze heures. Lorsqu'on travaille pour fonte d'affinage, on charge 6 1/2 et jusqu'à 7 quintaux de minéral, 2 1/2 quintaux de craie; la quantité de coke ne varie pas. On remarquera que, proportionnellement, on charge plus de craie lorsqu'on veut faire de la fonte de moulage que lorsqu'on veut faire de la fonte d'affinage.

On emploie quelquefois dans cette usine du minéral du Lancashire et du Cumberland, mais très rarement; le fer carbonaté des houillères est à peu près le seul qui soit fondu.

Hauts-fourneaux d'Écosse.

La plupart des usines à fer d'Écosse sont à peu de distance de Glasgow, nous en avons visité trois dans les environs de cette ville.

L'une consiste en quatre hauts-fourneaux, dont le produit est ordinairement de la fonte douce pour moulage ou fonte pour seconde fusion. La *fig. 1*, Pl. XII, donne les dimensions d'un des fourneaux; il est en feu. Ce fourneau est assez petit: ceux que l'on construit aujourd'hui ont des di-

mensions beaucoup plus considérables, c'est ce que montrent les *fig. 2, 3, 4* et *5*; elles représentent un fourneau actuellement en construction; on compte en bâtir un second sur des dimensions plus grandes encore. On remarquera que ce fourneau a double chemise: toutes les deux sont en briques réfractaires. Vient ensuite un massif en briques communes, et enfin l'extérieur du fourneau est en pierres.

Pendant notre séjour à Glasgow, on construisait les étalages de ce fourneau. Les briques sont posées en retrait, les unes sur les autres, de manière à laisser des vides en forme d'escalier: ces vides seront remplis avec de l'argile réfractaire.

Construction des étalages.

Voici comment on avait raccordé la partie circulaire des étalages à la partie carrée de l'ouvrage: celle-ci était en briques. Supposons la projetée horizontalement, suivant le carré *a, b, c, d*, et verticalement suivant la droite *i' h'* (*fig. 9*, Pl. XII), soit le cercle de section des étalages à la hauteur *k' k''* projetée horizontalement suivant le cercle *ef*, et verticalement suivant la droite *k' f'*; un autre cercle à la hauteur *l' l'* projetée horizontalement suivant le cercle *cg* et verticalement suivant la droite *l' g'*. Entre les points *h, h'*, *f, f'*, *g, g'*, l'élargissement a lieu par des décroissemens successifs des briques, en sorte que la projection verticale d'une ligne passant par les points extrêmes de ces briques serait représentée par une ligne droite ou légèrement courbe *h, f', g'*. Dans les angles *a, b, c, d*, ou dans leur voisinage, il y a évasement du fourneau dans un sens, en montant à partir d'un certain point au dessus du carré de l'ouvrage, et évasement dans un autre sens au dessous de ce point, en sorte que la ligne passant par les points extrêmes des briques

se projetterait verticalement suivant une courbe h', p', q' ou $i, m' n'$. Les briques pour les raccordemens de ce genre, qui ne peuvent pas se faire par lignes droites continues, sont cassées ou émoussées au marteau, ou bien on les emploie de très petites dimensions. C'est contre le carré de briques réfractaires de l'ouvrage que viennent s'appuyer les pierres de cette partie du fourneau, et sur ces pierres se posent les grandes briques réfractaires qui vont se terminer postérieurement aux petites briques.

De même qu'à Pontypool, l'argile réfractaire appartient au terrain houiller. Les briques sont faites dans l'établissement même; leur fabrication ne présente rien de particulier, si ce n'est que pour écraser l'argile on la place sur un plateau en fonte, à rebord, sur lequel reposent deux meules verticales à centre fixe. On imprime un mouvement de rotation au plateau, et les meules sont mises en mouvement par le frottement. Toute la différence, avec le procédé ordinaire, est donc que l'on fait tourner le plateau au lieu de faire tourner les meules.

L'ouvrage est en grès. Cette pierre réfractaire forme une couche dans le terrain houiller, à environ 80 mètres au dessus des couches de houille.

La *fig. 6* représente un fourneau appartenant à une autre usine voisine de la première.

La *fig. 7* donne les dimensions des hauts-fourneaux d'une troisième usine, ces fourneaux viennent d'être mis en feu. On bâtit un nouveau fourneau dans cette usine sur des dimensions beaucoup plus grandes, elles sont données exactement par la *fig. 8*; on adopte en outre la forme qui paraît s'introduire maintenant dans le sud du pays de Galles, ce qui se borne à supprimer

l'ouvrage. On prétend que les fourneaux s'embarassent le plus souvent dans la partie au dessous des étalages, et que par cette nouvelle disposition de l'appareil on évite en grande partie cet inconvénient.

La construction de ce fourneau était commen- Fondations,
cée depuis peu (3 septembre 1828). On avait creusé un trou de 8 à 9 pieds sur 18 à 20 de section et 7 pieds de profondeur. Après en avoir égalisé et battu le fond, on avait établi sur le sol ainsi affermi une maçonnerie en pierres cimentées, s'élevant à la hauteur de trois pieds. Au milieu de ce massif et parallèlement à sa longueur, on avait ménagé un canal allant aboutir à un autre conduit, qui le coupait perpendiculairement, et qui, passant devant tous les fourneaux de l'établissement, en emmenait l'humidité dans la Clyde. La largeur de ce canal était 9 pouces. On le recouvrait presque entièrement avec des dalles et on ne laissait qu'une ouverture A (Pl. XII, *fig. 10*) à son extrémité antérieure, pour établir la communication avec des canaux en croix, supérieurs, établis dans la *fausse sole* (*false bottom*). Cette fausse sole est un massif en maçonnerie, d'environ deux pieds d'épaisseur, dans lequel on ménage des canaux en croix, comme l'indique la *fig. 11*, Pl. XII. Au dessus sont placées des dalles ou vieilles pièces de fonte; puis, sur ces dalles, un lit de sable d'environ deux pieds. Sur ce lit de sable vient encore une maçonnerie épaisse de deux pieds, et enfin, sur cette maçonnerie, est assis le fond du creuset: ce fond est formé de six pierres de grès, qui ont 3 pieds 10 pouces de longueur et 2 pieds sur 2 pieds 4 pouces de section. On en place six à côté l'une de l'autre, en les couchant sur leur longueur, de manière

qu'elles sont comprises dans un rectangle d'environ 14 pieds de longueur et 3 pieds 10 pouces de largeur. On lute les joints avec de l'argile réfractaire, et sur la surface de ce rectangle on pose les costières et la rustine autour de l'espace déterminé pour le fond. Les fondations, y compris la sole, ont ainsi environ 12 pieds de hauteur.

Machines soufflantes.

Les machines soufflantes sont cylindriques, à pistons. Deux hauts-fourneaux, dont les dimensions sont données par la *fig. 1*, sont soufflés par un cylindre de 5 pieds 6 pouces de diamètre; le piston donne dix-huit levées par minute et a 7 pieds 9 pouces de course. La machine fournit donc 6,292 pieds cubes d'air, à la pression ordinaire, dans une minute. La machine à vapeur est de la force de soixante-dix chevaux.

Quantité de vent et pression; état de la tuyère.

Le vent entre dans chaque fourneau par deux buses qui ont de 2 $\frac{5}{8}$ pouces de diamètre; lorsque l'on travaille en fonte douce, la pression est de 4 livres (1^k,8122) par pouce carré.

Le vent arrive d'abord dans un régulateur à eau de 24 pieds de longueur, 8 pieds de largeur et 10 pieds de profondeur, ou de 1,920 pieds cubes de capacité; on travaille souvent avec une tuyère obscure.

Le fourneau représenté par la *fig. 6* est soufflé par une machine de la force de quarante chevaux. Pendant notre séjour à Glasgow, on faisait des expériences dans le but de diminuer la pression du vent. On avait élargi les tuyères, elles avaient 3 pouces $\frac{1}{4}$ de diamètre; le cylindre soufflant a 54 pouces de diamètre; le piston donnait vingt-trois coups par minute et avait 7 pieds de course; la pression était de 3 livres par pouce carré: la quantité de vent était donc

de 4,880 pieds cubes. Cette machine doit bientôt souffler deux fourneaux.

Les expériences prouvaient qu'il y avait de l'avantage à diminuer la pression; le produit était augmenté de près de dix tonnes par semaine; la consommation de coke, proportions gardées, était restée la même.

Trois hauts-fourneaux, dont les dimensions sont données par la *fig. 7*, sont soufflés par une machine de la force de soixante chevaux; la pression du vent est de 3 $\frac{1}{4}$ livres par pouce carré.

Les minerais fondus dans toutes ces usines sont de deux ou trois espèces, la richesse moyenne avant le grillage est de 30 pour 100. Deux de ces espèces ressemblent assez au minéral ordinaire de Staffordshire et forment de petites couches dans le terrain houiller. La troisième espèce est un peu schisteuse, présente des veines d'une couleur plus foncée que la teinte ordinaire du minéral et contient une petite quantité de matière bitumineuse. Ce minéral est souvent grillé à part, et, contre l'usage ordinaire, on tâche de lui faire subir un commencement de fusion par cette opération: il se délite un peu par le grillage.

Minerais.

Dans les fourneaux, *fig. 1*, on passe quarante-deux à quarante-quatre charges en vingt-quatre heures; la charge consiste en

8 quintaux de coke	405 ^k ,976
6 quintaux de minéral	304,482
1 $\frac{1}{2}$ quintal de castine	76,130

La production moyenne des fourneaux est de trente-cinq à quarante tonnes par semaine. Ils produisent en été huit à dix tonnes de moins qu'en hiver; la pression du vent et la marche de

la machine soufflante restent les mêmes dans les deux saisons.

Dans le fourneau, *fig. 6*, on passe quatre-vingt-dix charges en vingt-quatre heures; la charge consiste en

4 1/2 quintaux de coke	228 ^k ,361
2 3/4 à 3 quintaux de minéral	139,552 à 152,241
3/4 quintal de castine	38,058.

Consomma-
tion.

Production moyenne, quarante-cinq tonnes par semaine.

Dans les fourneaux, *fig. 7*, on passe soixante-douze à quatre-vingts charges en vingt-quatre heures; la charge est de

5 quintaux de coke	253 ^k ,735
3 quintaux de minéral	152,241
110 livres de castine	49,841.

Production moyenne, quarante-cinq tonnes par semaine.

On calcule généralement, dans les environs de Glasgow, que l'on consomme huit tonnes de houille pour faire une tonne de fonte (*foundry-pig*); on comprend dans cette consommation la houille usée dans le grillage et par la machine à vapeur. Il faut remarquer en outre que, dans cette localité, la houille perd beaucoup à la conversion en coke, surtout lorsqu'on carbonise par l'ancien procédé. La pression du vent nous paraît aussi beaucoup trop considérable; il est permis de présumer qu'en la diminuant et introduisant le procédé du Staffordshire pour la carbonisation, la consommation diminuera.

La houille coûte aux maîtres de forge des environs de Glasgow 4 1/2 shellings la tonne, et le minéral à peu près le même prix. Aussi, n'épargnant pas le combustible, fabriquent-ils d'excel-

lentes fontes de moulage, qui se vendent, malgré les distances, sur les marchés de Londres, Newcastle et Liverpool, en concurrence avec celles du Staffordshire et du pays de Galles.

Comparant les données consignées dans ce Mémoire avec d'autres résultats généralement connus, il nous semble que l'on peut tirer cette conclusion : *Que les différences qui existent entre la plupart des variétés de houille et surtout entre les variétés de minerais, si elles ont quelque influence sur la détermination de la forme et des dimensions des hauts-fourneaux à coke, ne nécessitent cependant pas, dans ces élémens de la construction, des modifications aussi importantes qu'on pourrait d'abord le supposer.* Conclusions.

Dans le Staffordshire, où les houilles sont de nature diverse, la forme intérieure des hauts-fourneaux est partout la même et les principales dimensions ne sont modifiées que dans d'étroites limites, suivant la qualité de la fonte que l'on veut produire. Dans le Yorkshire et en Écosse, on se sert, avec des avantages à peu près égaux, de fourneaux semblables à ceux du Staffordshire et de fourneaux dont la forme et les dimensions se rapprochent de ceux de Merthyr. En Silésie et en France (1), on emploie également presque

(1) En Silésie (*Kœnigshütte*), où les houilles et surtout les minerais diffèrent entièrement des houilles et minerais du Staffordshire, les dimensions des fourneaux sont à peu près les mêmes que celles du fourneau, Pl. X, *fig. 4*, excepté la hauteur et par conséquent l'inclinaison des étalages, qui sont plus grandes. A la Voulte, à Saint-Chamond et à Saint-Étienne, où le combustible a quelque ressemblance avec celui du Staffordshire, mais où les minerais sont très différens, les formes intérieures des hauts-

partout des hauts-fourneaux ayant 40 à 45 pieds de hauteur, de 11 à 13 pieds au ventre, etc. A Merthyr, la grandeur des fourneaux, le diamètre au ventre et au bas des étalages surtout, dépassent toutes les limites dans lesquelles on s'est restreint dans d'autres localités. Cela tient-il à la densité des houilles de ce district, qui se rapprochent plus de l'anhracite qu'en aucun autre endroit et à leur pureté, ou bien est-ce la conséquence d'un rapport nécessaire entre la qualité des fontes que l'on cherche à fabriquer et la grande quantité que l'on veut en produire en un certain temps ? C'est ce que nous n'oserions décider. Les houilles de Merthyr ne pourraient-elles servir également dans des fourneaux semblables à ceux du Staffordshire, avec l'avantage de donner une meilleure fonte, et sans autre inconvénient qu'une production moindre ? Il n'y a aucun doute que oui. Des fourneaux de ce genre ont existé ou existaient encore à Cyfartha, chez M. Crawshay ; mais, réciproquement, les houilles du Staffordshire s'emploieraient-elles aussi facilement que celles du pays de Galles dans des fourneaux semblables à ceux de Merthyr ? Nous ne le croyons pas. On nous a même assuré que l'on avait fait des expériences à cet égard qui n'avaient pas réussi ; et c'est plus particulièrement cette anomalie, dans le cas d'une différence dans la nature des houilles que l'on ne rencontre nulle part ailleurs, qui nous a fait dire, en énonçant le principe général, la plupart des variétés et non toutes les variétés (1).

fourneaux sont analogues à celles que l'on adopte dans ce comté.

(1) La diversité des formes et dimensions adoptées en

Une plus grande hauteur, une diminution d'un ou plusieurs pieds du diamètre au ventre et une moindre inclinaison des étalages, combinées avec un travail convenable, paraissent être généralement considérées comme améliorant la qualité de la fonte.

Pour ce qui est de l'influence des matières premières sur la nature des produits, il paraît, d'après nos observations, que l'on peut, avec des houilles même assez sulfureuses, et, généralement parlant, de qualité inférieure, produire d'excellentes fontes ; mais qu'alors il ne faut pas craindre le grand déchet nécessaire à leur purification lors de la conversion en coke, et les épargner dans le haut-fourneau. Les usines de Pontypool (chez M. Hunt), Glasgow et plusieurs usines du Staffordshire en sont une preuve. Nous ignorons s'il est possible de corriger, en tous cas, les minerais impurs. Il paraît que, dans quelques localités où les houilles et les minerais en même temps sont impurs, on n'a pu parvenir à couler que des fontes blanches ou truitées.

Les dimensions des machines soufflantes pour des fourneaux de certaine grandeur paraissent ne varier que dans d'étroites limites ; mais la pression du vent était encore, lors de notre voyage en Angleterre, un objet de discussion entre les maîtres de forges du pays de Galles et ceux du Staffordshire. Il semble évident que de hautes pressions doivent convenir à des coques compactes, et de basses pressions à des coques moins

Angleterre, surtout dans le pays de Galles, par une même usine ou des usines voisines, pour les mêmes houilles et les mêmes minerais, et convenant à peu près également à ces matières premières, confirme aussi le principe que nous avons énoncé.

denses. Dans le Staffordshire et dans le pays de Galles cependant, où les cokes diffèrent beaucoup, on paraît avoir préféré presque partout une pression moyenne d'un $1\frac{1}{2}$ à 2 liv., ou quelquefois $2\frac{1}{4}$ liv. par pouce carré : il en est de même dans le Yorkshire et en France. En Ecosse, la pression est énorme; mais on paraît trouver de l'avantage à la baisser. Partout, le travail en fonte grise exige un vent plus comprimé. En Silésie (*Königshütte*), on travaille avec $2\frac{1}{2}$ à $2\frac{3}{4}$ livres; mais les machines soufflantes sont mauvaises et l'on brûle des cokes pesans très terreux et sulfureux.

Enfin, nous ne terminerons pas sans faire remarquer encore une fois combien est grande la différence de consommation de combustible et de calcaire dans la fabrication de la fonte d'affinage et de la fonte douce; elle est d'environ un tiers : en sorte que *la fonte douce ne paraît être obtenue que par une chaleur beaucoup plus forte que celle qui est nécessaire à la fabrication de la fonte d'affinage.*

Nous relèverons, en terminant ce Mémoire sur la fabrication de la fonte, deux erreurs qui se sont glissées dans la première partie insérée dans la 2^e. livraison des *Annales* de 1829.

Le tableau des quantités des diverses espèces de fontefabriquées en Angleterre, donné pag. 262, devra être rectifié comme il suit :

Fonte affinée.	339662
Fonte pour 2 ^e . fusion. . . .	170912
Fonte de 1 ^{re} . fusion.	89426

600000

A la ligne 22 de la page 266, on devra supprimer la phrase : *elle ne dure que neuf heures.*

EXTRAIT

D'une Lettre adressée à M. L. Cordier, le 15 février 1829, sur les ossemens humains mêlés, dans les cavernes à ossemens de Bize, département de l'Aude, à des débris de mammifères terrestres d'espèces perdues, par M. Marcel de Serres.

LORSQUE je visitai pour la première fois les cavernes à ossemens de Bize (Aude) avec M. Tournal, j'y observai des ossemens humains fixés au rocher avec d'autres os de divers animaux et de coquilles de terre; le tout était adhérent et lié ensemble par un ciment stalagmitique calcaire, plus ou moins pierreux. Quoique ces ossemens fussent dans les mêmes concrétions calcaires et pierreuses que les os des différens mammifères auxquels ils étaient associés, je crus, à raison du petit nombre que j'en découvris et de leur conservation (ces os n'ayant perdu qu'en partie leur substance animale), qu'ils pouvaient y avoir été entraînés d'une manière accidentelle et n'être pas de la même date que les autres débris d'animaux avec lesquels ils étaient mêlés. C'est ainsi que j'envisageai ces ossemens humains dans un mémoire sur les cavernes considérées en général, mémoire qui, depuis plus d'un an, se trouve entre les mains des rédacteurs des *Mémoires de la Société d'histoire naturelle* de Paris, en attendant qu'il puisse être imprimé dans ce Recueil.

Depuis cette époque, M. Tournal, avec lequel je m'occupe de la rédaction d'un travail spécial sur les cavernes de Bize, y a découvert d'autres

ossemens humains non seulement dans les concrétions calcaires de l'intérieur de ces cavernes, concrétions que nous avons assimilées aux brèches osseuses, mais encore au milieu du limon noir qui se trouve le plus souvent au dessus du limon rouge, dans lequel existent également des ossemens. Avec ces ossemens d'hommes, disséminés dans le limon, M. Tournal a également découvert des dents humaines, des coquilles marines et terrestres de notre époque, ainsi que des fragmens de poteries. Les dents que nous avons observées se rapportent aux premières molaires; comme celles des autres animaux qui leur sont mélangées, elles conservent encore leur émail, quoique leurs racines soient altérées et happent fortement à la langue.

Quant aux fragmens de poteries liés aux ossemens humains et à des débris de mammifères terrestres d'espèces perdues, ils semblent, d'après leur nature et l'élégance de leurs contours, se rapporter aux genres des poteries dites *étrusques*. D'autres fragmens indiquent cependant des poteries plus communes, et parmi le grand nombre de ces fragmens découverts par M. Tournal, il en est certains qui sont recouverts par une poussière noirâtre, comme si les vases dont ils proviennent avaient été exposés à l'action du feu et de la fumée. Comme les divers ossemens qui leur sont mélangés dans le limon, ou dans les concrétions calcaires liées à la voûte ou aux parois de ces cavités, ces poteries sont toutes brisées et fracturées; mais leurs angles vifs et aigus n'annoncent point qu'elles aient été roulées et amenées de loin. En effet, la pureté de leurs contours est trop grande pour supposer que leurs frag-

mens ont été roulés et transportés par des eaux qui auraient long-temps exercé leur action sur la matière qui les compose. Cette action a été assez violente pour réduire ces poteries en éclats, mais pas assez cependant pour en émousser les contours et en arrondir les angles.

Les coquilles marines et terrestres que l'on voit mélangées aux ossemens et aux poteries se rapportent toutes à des espèces semblables à nos espèces actuelles. Nous y avons particulièrement reconnu des fragmens de *pecten jacobæus*, de *mytilus edulis* et de *natica mille punctatu* (1).

Parmi les terrestres, nous signalerons spécialement les *helix nemoralis* et *nitida*, ainsi que les *bulinus decollatus* et *cyclostoma elegans*. Il n'est pas inutile de faire remarquer que ces coquilles sont si peu altérées, que souvent elles conservent encore une partie de leur couleur.

Le fait intéressant sur lequel j'appellerai particulièrement l'attention, c'est que l'on découvre avec ces ossemens humains, ces poteries et ces coquilles de terre et de mer, des espèces perdues de mammifères terrestres et d'autres qui ne vivent plus aujourd'hui dans nos contrées. Parmi les espèces perdues, je signalerai spécialement plusieurs espèces de cerfs du sous-genre *anoglochis*, qui, comme notre chevreuil, avaient le premier andouiller fort éloigné de la couronne. Or, comme il existe dans les cavernes de Bize de ces *anoglochis* (que l'on ferait mieux d'appeler

(1) Quoique M. de Lamarck suppose que cette espèce vive uniquement dans l'Océan indien et sur les côtes de Madagascar, elle n'en est pas moins fort commune dans la Méditerranée.

capreolus, afin de conserver dans toute son intégrité la nomenclature binaire introduite par Linnæus dans l'histoire naturelle), dont la taille surpassait celle du cerf commun, on ne peut s'empêcher de les regarder comme des espèces perdues, puisque le chevreuil est, dans sa création actuelle, le seul cerf dont le premier andouiller soit éloigné de la couronne ou le seul *anoglochis* vivant. Les cavernes de Bize en recèlent plusieurs espèces, et avec elles on découvre quelques espèces de mammifères terrestres qui ne vivent plus dans nos contrées : tel est, par exemple, l'aurochs (*bos urus*), dont la race est dans ce moment presque éteinte en Europe.

Mais faut-il conclure de ces faits que nous avons enfin la preuve physique que l'espèce humaine a été, pendant la période géologique antérieure à celle où nous vivons, contemporaine des animaux perdus, ou, en d'autres termes, et pour nous servir d'expressions plus conformes aux idées vulgaires, que nous avons découvert de véritables débris d'hommes antédiluviens ?

Cette question est si grave qu'avant de la résoudre je vous prie de me permettre d'entrer dans quelques détails propres sinon à en donner la solution, du moins à faire saisir de quelle manière elle peut être résolue.

L'observation des terrains tertiaires et surtout des dépôts les plus récents qui appartiennent à cet ordre de terrains, c'est à dire de ceux produits postérieurement à la séparation de l'Océan d'avec les mers intérieures, prouve, ce me semble, de la manière la plus incontestable, que des espèces semblables aux nôtres y sont presque constamment mêlées à des espèces supposées perdues. Ce

mélange a quelquefois lieu d'une manière tellement marquée, que dans une même couche on en découvre autant des unes que des autres. Cette observation prouve encore qu'il est fort difficile de dire où s'arrêtent les couches produites dans l'ancienne période alluviale et à quels caractères on peut les distinguer de celles qui ont été déposées dans la période alluviale actuelle ou depuis les temps historiques.

S'il y a du doute sur un point aussi essentiel, comment distinguer ce qui est antédiluvien de ce qui est postdiluvien, ou ce qui est fossile de ce qui ne l'est pas ? Car, que l'on ne s'y méprenne pas, l'altération ou même la pétrification d'un corps organisé ne peut nous apprendre d'une manière certaine et incontestable si un corps organisé appartient à cette période, que l'on est convenu d'appeler *géologique* pour la distinguer de celle à laquelle on a donné le nom d'*historique*, cette dernière se rapportant aux temps depuis lesquels l'homme s'est propagé sur la terre. La pétrification peut si peu nous l'apprendre, que nous prouverons par les faits les plus positifs que la matière inorganique se substitue dans les temps présents à la matière organique, et que les coquilles vivantes se pétrifient, dans le sein de la Méditerranée, de la même manière que les coquilles fossiles se sont pétrifiées dans le sein de l'ancienne mer ; en sorte que si l'état pierreux est un caractère de l'état fossile, cet état n'a jamais cessé de se produire. Aussi, comme la pétrification n'est point un signe certain qu'un corps organisé ait été enseveli antérieurement aux temps historiques, nous n'avons aucun moyen de le décider que pour ceux qui

se trouvent déposés dans des couches dont les dépôts ont eu lieu antérieurement à la séparation de l'Océan des mers intérieures.

Or, si l'on ne peut distinguer les dépôts d'atterrissement produits dans la période actuelle des dépôts d'alluvion antérieurs à cette période, comment être certain que des ossemens ensevelis dans des matériaux déplacés, comme le sont les brèches osseuses, les limons à ossemens des cavernes et les diverses sortes de *diluvium*, sont antérieurs à la période historique ou sont antédiluviens ?

Comme nous ne connaissons aucun moyen de faire cette distinction lorsqu'il s'agit de dépôts aussi récents, il nous paraît que la découverte d'ossemens humains dans les mêmes limons et les mêmes brèches osseuses qui recèlent des débris d'*anoglochis* d'espèces perdues prouve seulement que, depuis les temps historiques ou depuis l'apparition de l'homme sur la terre, certaines races d'animaux ont été entièrement détruites.

Les causes qui auraient occasioné la perte de tant de races d'animaux n'auraient donc jamais cessé leur action, et les générations éteintes se lieraient par une chaîne non interrompue aux générations actuelles.

En effet, des causes semblables à celles qui agissent encore (et probablement la nature n'en a jamais employé d'autres) ont fort bien pu détruire certaines races d'animaux, surtout lorsque ces races avaient été soumises à des conditions d'existence extrêmement impérieuses. C'est ainsi que nous voyons par la suite des causes, toutes simples et toutes naturelles, des espèces actuelles

disparaître des lieux qu'elles occupaient primitivement. D'autres, au contraire, ont été se propager dans des lieux où elles ne vivaient pas dans le principe, et d'autres enfin ont cessé d'exister.

Les faits de ce genre sont trop nombreux et trop connus pour qu'il soit nécessaire de les citer ici, et je m'en rapporte à cet égard à vos connaissances sur cette matière.

Sous ce rapport, les nombreux insectes fossiles que nous avons découverts dans le bassin gypseux d'Aix (Bouches-du-Rhône) me paraissent bien importans, puisque, comme un grand nombre d'espèces des terrains tertiaires, ces insectes, du moins ceux que l'on peut bien déterminer, se rapportent à des espèces semblables à celles qui vivent encore sur le sol au dessous duquel ils sont ensevelis. Parmi ces espèces semblables aux nôtres, et qu'accompagnent des poissons et des plantes de nos régions, il n'en est pas de plus remarquables que les *brachycerus undatus*, l'*œcheta campestris* et la *pentatoma grisea*, qui vivent encore en grand nombre dans le bassin d'Aix, comme dans tout le reste du midi de la France.

En résumé, la réunion, dans les mêmes limons et les mêmes brèches, des ossemens humains et des débris des mammifères terrestres d'espèces perdues prouve, d'une manière incontestable, que, depuis l'apparition de l'homme sur la terre, des espèces ont été complètement détruites, ou du moins ont cessé d'exister dans les diverses parties du globe qui ont été explorées jusqu'à présent.

Cette réunion prouve encore que l'on ne peut, par aucun caractère certain et positif, distinguer

les dépôts antédiluviens, du moins ceux qui ont eu lieu après la séparation des mers, des dépôts postdiluviens, surtout lorsque les premiers se rapportent à des terrains déplacés, puisque les effets ont été les mêmes dans les deux périodes, ces effets ayant dépendu des mêmes causes, et que, dès lors, l'on ne peut discerner les corps organisés fossiles des dépôts les plus récents de ceux qui ont été ensevelis dans les terrains d'atterrissement produits dans l'époque actuelle.

Cette réunion, jointe aux autres phénomènes que présentent les terrains tertiaires, annonce enfin 1°. que les temps géologiques se lient en quelque sorte et sans interruption aux temps historiques; 2°. que les dépôts tertiaires produits après la retraite des mers dans leurs bassins respectifs ont eu lieu à une époque bien peu éloignée de la période actuelle, puisqu'ils renferment un si grand nombre d'espèces semblables ou du moins analogues à celles qui vivent encore.

Puisse cet aperçu, auquel je suis forcé de ne donner de plus grands développemens; attirer l'attention sur le travail que nous publierons bientôt, M. Tournal et moi, sur les cavernes à ossemens de Bize, cavernes qui offrent un si grand nombre de faits aussi curieux que nouveaux!

Extrait d'une autre Lettre adressée à M. L. Cordier, le 15 février 1829, sur les ossemens humains, mêlés, dans les cavernes de Bize, à des débris de mammifères terrestres d'espèces perdues; par M. Tournal fils, de Narbonne.

1°. Les deux cavernes de Bize (département de l'Aude) ont été entièrement comblées par un limon noir, renfermant une quantité prodigieuse d'ossemens fossiles; quelquefois ces ossemens sont dans un état complet d'altération, rarement on les trouve en connexion.

2°. Les ossemens ne sont pas rongés.

3°. Malgré les fouilles nombreuses que j'ai fait exécuter, l'on n'a encore observé qu'une seule dent de carnassier.

4°. Le limon noir ne renferme pas d'excrémens de carnassiers.

5°. La population ensevelie dans le limon des cavernes de Bize diffère entièrement de celle que l'on a observée dans les cavernes de la France, de l'Allemagne, de l'Angleterre, etc.

6°. Le même limon noir qui renferme les ossemens fossiles, dont plusieurs espèces, comme on le verra dans notre travail, appartiennent à des espèces perdues, renferme aussi des ossemens humains ayant en grande partie perdu leur matière animale, des coquilles terrestres, dont quelques espèces (*helix nemoralis*) ne vivent plus dans les environs, des coquilles marines modernes, de nombreux fragmens de poteries, des galets de grès vert et de calcaire secondaire gris et blanc; enfin, on y observe aussi des fragmens de charbon de bois.

7°. La voûte et les parois des cavernes sont, en

plusieurs endroits, revêtues d'une brèche osseuse, qui n'est autre chose que le limon noir cimenté par les infiltrations stalagmitiques.

8°. Cette brèche renferme les mêmes objets que le limon noir (1).

D'après les considérations précédentes, je me crois autorisé à conclure :

1°. Tous les objets renfermés dans le limon et les brèches sont de la même date.

2°. A une certaine époque, la première caverne a été entièrement comblée; ce qu'indique assez la brèche qui revêt la voûte. Dans la deuxième caverne, la voûte étant beaucoup plus élevée, le limon n'a pu y atteindre; mais tout indique que le limon a été plus élevé qu'il ne l'est actuellement.

3°. Les cavernes ont été comblées pendant l'époque intermédiaire entre les temps géologiques et les temps historiques.

4°. Le limon qui les a comblées et les ossemens fossiles qu'il renferme sont beaucoup plus modernes que ceux ensevelis dans les cavernes de Lunel-Viel, département de l'Hérault, et dans les principales cavernes connues jusqu'aujourd'hui.

5°. Pendant le temps écoulé entre le dépôt du limon des cavernes de Lunel-Viel, et de celui qui a comblé les cavernes de Bize, les animaux qui habitaient la France avaient éprouvé de grands changemens.

(1) Je possède un morceau assez complet de vase antique, recueilli dans la brèche qui revêt la voûte de la première caverne. Ce vase a une grande analogie avec les vases étrusques.

6°. Quelques animaux ont disparu de la surface du globe dans les temps historiques.

7°. L'homme a été contemporain des phénomènes qui ont comblé les cavernes de Bize.

8°. Les ossemens ont été surpris et brisés dans la caverne par le courant qui a apporté le limon et le gravier.

NOTICE sur les ossemens humains fossiles des cavernes du département du Gard; par M. DE CHRISTOL, secrétaire de la Société d'histoire naturelle de Montpellier.

Les ossemens humains de la caverne de Bize (département de l'Aude) présentent un intérêt réel, depuis que M. Tournal est parvenu à constater qu'ils sont effectivement dans les mêmes circonstances géologiques que les autres ossemens qui les accompagnent, et dont un assez grand nombre se rapporte à des cerfs d'espèce perdue.

La manière rigoureuse dont j'ai procédé à la détermination de ces derniers, et les caractères essentiels que leur examen m'a mis à même d'y reconnaître, ne laisseront, je pense, aucun doute à cet égard. Néanmoins, ces espèces ne sont point celles que l'on rencontre dans les autres cavernes ou dans les terrains de transport décrits et classés par les géognostes; elles sont entièrement nouvelles pour la science, et, ce que l'on ne doit point perdre de vue, c'est qu'on ne retrouve avec elles ni les rhinocéros, ni les lions, ni les hyènes, qu'on voit ailleurs en si grand nombre.

L'absence de ces espèces, auxquelles on a réservé le nom d'*antédiluviennes*, a fait penser, avec

raison, à M. Tournal que les ossemens de Bize étaient d'une date plus récente que ceux des autres cavernes, mais que néanmoins ils se rapportaient à des temps très reculés, puisqu'ils étaient contemporains de races qui ne vivent plus non seulement dans nos contrées, mais encore dans aucune autre partie connue de nos continents.

Ces faits n'ont donc apporté de modifications dans les opinions reçues jusqu'à ces derniers temps qu'en ce qu'ils ont montré que de grands quadrupèdes ont pu être entièrement détruits, je ne dirai pas depuis les temps historiques, mais au moins depuis l'établissement de l'homme dans nos contrées.

Quelque ancienne que soit cette époque, elle ne remonte pas cependant jusqu'aux temps que l'on est convenu d'appeler *géologiques*, jusqu'à cet âge que M. Cuvier a appelé l'âge des *mastodontes* et des *mégathériums*; du moins c'est la conclusion à laquelle sont arrivés MM. Marcel, de Serres et Tournal, lorsqu'ils ont considéré les phénomènes de la caverne de Bize, comme formant le passage ou la liaison des temps géologiques aux temps historiques.

Ainsi donc, dans cet état des choses, et en se renfermant dans les limites des faits observés jusqu'à ce moment dans la caverne de Bize, non seulement on ne peut pas dire que les ossemens humains qu'on y rencontre soient antédiluviens ou fossiles, mais même on ne peut pas dire que les animaux inconnus qui les accompagnent puissent être considérés comme tels; car puisqu'on ne les a jamais trouvés ailleurs dans l'une de ces couches classées suivant l'échelle des formations; puis-

qu'ils n'ont point présenté d'association avec aucun des animaux caractéristiques de la période antédiluvienne, ce serait gratuitement, ou par des considérations non avouées, que l'on attribuerait à leur existence dans nos contrées la même antiquité qu'aux races antédiluviennes ou fossiles: aussi doit-on convenir que, tant que quelque espèce évidemment antédiluvienne n'aura pas été reconnue avec eux, les ossemens humains de Bize ne nous donneront point les moyens de répondre à cette question que M. Cuvier a développée dans son Discours sur les révolutions du globe, lorsqu'après avoir fait l'énumération des animaux fossiles et des gisemens qu'ils caractérisent, il se demande à lui-même: « *Où était donc alors le genre humain? Ce dernier et ce plus parfait ouvrage du Créateur existait-il quelque part?* »

Les observations que j'ai recueillies nouvellement se rattachant puissamment à celles de M. Tournal, dont elles sont en quelque sorte le complément, et pouvant résoudre la question dont les phénomènes de Bize avaient laissé la solution incomplète, j'ai cru ne pas devoir différer plus long-temps de les faire connaître.

Sans vouloir établir ici des distinctions qui auraient pour but d'étendre ou de restreindre la signification que l'on doit donner au mot *fossile*; sans chercher si de ce principe établi en géologie, que *la vie a marché sur le globe du simple au composé*, on a pu en déduire que *l'homme n'avait point péri avec les animaux qu'on trouve à l'état fossile*, je dirai que si l'on a donné le nom de *fossile* aux rhinocéros, aux hyènes, aux ours de races éteintes, que l'on trouve dans

les cavernes, il faudra également donner le même nom aux ossemens humains qui se trouveront d'une manière certaine dans les mêmes circonstances géologiques qu'eux, alors surtout que l'état physique et chimique de ces ossemens sera de même et dans les uns et dans les autres.

Les ossemens humains découverts récemment dans les cavernes de Pondre et de Souvignargues, dans le département du Gard, m'ayant paru remplir ces conditions, je crois pouvoir les considérer comme fossiles, et regarder leur enfouissement comme de même date que l'enfouissement des ossemens de rhinocéros, de sanglier, de cheval, de bœuf, d'aurochs, de cerf, d'ours, d'hyène, de blaireau, qui se trouvent confondus ensemble dans le même limon.

Je laisse aux géologues, à ceux d'entre eux surtout qui ont fait une étude spéciale de l'organisation des animaux de l'ancien monde et de la répartition des genres et des espèces dans les différentes formations, le soin d'apprécier l'ensemble des faits sur lesquels repose ma croyance. Il ne sera peut-être pas inutile de reproduire, à ce sujet, cette pensée vraiment philosophique que l'illustre de Humboldt a consignée dans son beau *Traité sur le gisement des roches dans les deux hémisphères* : *L'incrédulité dédaigneuse est aussi funeste aux sciences qu'une trop grande facilité à adopter des faits incomplètement observés.*

La caverne de Pondre, près de la ville de Sommières, dans le département du Gard, est formée, comme celle de Lunel-Viel, dont elle n'est éloignée que de trois lieues, par le calcaire marin tertiaire que l'on rapporte aux terrains ma-

rins supérieurs (1). Elle est située à environ 15 mètres au dessus du niveau de la Méditerranée, sur le penchant d'une colline, dans laquelle on exploite ce calcaire comme pierre de taille. C'est en opérant cette exploitation que les ouvriers ont découvert une cavité d'environ 3 mètres de hauteur sur un mètre de largeur, et dans laquelle se trouvent un terrain de transport et des ossemens. Mon ami, M. Emilien Dumas, naturaliste et archéologue très instruit, habitant la ville de Sommières, ne tarda pas à reconnaître que les ossemens disséminés dans le limon qui remplissait cette ouverture étaient des ossemens fossiles. Il me fit part de cette découverte, et je pus facilement me convaincre, d'après les descriptions et les dessins qu'il me fit de certaines dents qu'il avait recueillies, et surtout d'après la ressemblance qu'il remarqua entre celles-ci et plusieurs pièces de ma collection que je mis sous ses yeux, que cette nouvelle caverne renfermait des débris de rhinocéros, de cheval, de bœuf, de cerf, et probablement d'hyène, dont les excréments furent à l'instant reconnus par M. Dumas lui-même. M'étant rendu sur les lieux, accompagné de M. Dumas et de M. le docteur Bonaure,

(1) J'ai constaté, le premier, la présence du rhinocéros et des galets de calcaire d'eau douce percés par des pholades dans ce calcaire et dans les marnes bleues qui lui sont subordonnées. Par là on a pu déterminer avec plus de certitude l'âge relatif de cette formation et fixer l'époque à laquelle s'effectua la première apparition des mammifères terrestres dans le midi de la France. Cette époque est plus reculée qu'on ne l'avait cru jusqu'à présent, puisqu'on n'avait jamais trouvé dans nos contrées de débris de mammifères terrestres dans les marnes bleues.

qui avait aussi recueilli un assez grand nombre d'ossemens, j'observai les faits suivans.

La caverne est entièrement comblée par le terrain de transport auquel M. Buckland a donné le nom de diluvium. Il n'existe pas le moindre vide entre ce terrain et la voûte de la caverne, circonstance remarquable en ce qu'elle s'oppose à la supposition que des objets modernes auraient pu y être introduits, comme cela est arrivé dans certaines cavernes dont l'accès est libre et facile. On ne peut avancer dans celle-ci qu'à mesure qu'on enlève les terres qui en remplissent l'intérieur. Ce diluvium est moins rouge et moins argileux que celui de la caverne de Lunel-Viel; il acquiert, dans certains points, la solidité du tuf, et rend, par cela même, le travail extrêmement pénible. On y remarque quelques galets de calcaire jurassique, de silex d'eau douce et des fragmens anguleux d'un assez gros volume du même calcaire qui forme la caverne. Les ossemens y sont disséminés à toutes les hauteurs; cependant, on a remarqué jusqu'à présent qu'ils étaient en plus grand nombre dans les parties moyennes. J'ai trouvé moi-même un cubitus d'hyène, un canon d'aurochs, plusieurs ossemens de cerf, et un grand nombre de fragmens d'os portant les marques évidentes des dents d'hyène, dans la partie supérieure du diluvium, immédiatement au dessous de la voûte et enfouis à une profondeur de 15 à 18 centimètres seulement. M. Dumas m'a fait observer que le sol primitif de la caverne, celui que le diluvium a recouvert, est formé d'une espèce de ciment sableux et tufacé, résultant du détritius de la roche de la caverne. Ce ciment, qui a environ 0,020 mètres

d'épaisseur, est pétri d'ossemens rongés et d'*album græcum* extrêmement brisé. Il semblerait, m'observait M. Dumas, qu'il a été piétiné par les hyènes qui ont habité cet antre resserré. Une longue exposition aux influences atmosphériques et l'humidité que les eaux pluviales ont pu entretenir dans ce lieu, avant l'introduction du terrain de transport, peuvent encore rendre raison de cette particularité. Au dessus de cette couche de ciment et dans le diluvium, les excréments d'hyène sont entiers et très bien conservés; plusieurs de ces boules sont encore en connexion et adhérentes entre elles. Les ossemens que l'on rencontre avec celles-ci sont aussi plus entiers; mais presque tous sont rongés. On rencontre des fragmens de poterie dans les parties les plus basses et dans les parties supérieures de ce terrain de transport, dont la plus grande épaisseur est de 4 mètres. Cette circonstance, indiquée par M. Dumas, m'ayant paru mériter un rigoureux examen, j'ai voulu m'en assurer moi-même; après avoir fouillé quelques instans, j'ai recueilli un morceau de poterie, tout à fait au fond de la couche, adhérant même au ciment dont j'ai déjà parlé, et à peine à 8 ou 10 centimètres au dessus de la roche qui forme le plancher de la caverne. Quant aux ossemens humains qu'on y avait recueillis, comme ils n'avaient point été remarqués, on n'a pu me donner aucun renseignement précis sur leur gisement; cependant M. Dumas m'a montré une dent qu'il se rappelait avoir trouvée dans le ciment avec les os et les excréments brisés, j'ai reconnu évidemment dans cette pièce une moire humaine provenant d'un sujet adulte.

Quoi qu'il en soit, si l'on considère que les cir-

constances du comblement éloignent toute hypothèse d'une introduction moderne; que les os d'hyène se trouvant à toutes les hauteurs, alors même que les ossemens humains auraient été recueillis dans les parties supérieures seulement, on ne pourrait en rien conclure contre leur ancienneté; que, d'ailleurs, les morceaux de poterie, véritables équivalens géognostiques des ossemens humains, se trouvant dans les parties les plus profondes comme dans les plus superficielles, on devra convenir, ce me semble, que les ossemens humains de la caverne de Pondre sont exactement dans les mêmes circonstances géologiques que tous les autres ossemens qui les accompagnent.

Quoique je n'aie eu que le temps d'examiner à la hâte les ossemens que M. Dumas et M. le docteur Bonaure avaient recueillis depuis plus d'un an, j'ai pu cependant reconnaître les animaux suivans :

Pachydermes. Je n'ai reconnu le sanglier que d'après quelques molaires isolées qui ne m'ont rien présenté de particulier.

Le rhinocéros n'a fourni qu'un très petit nombre de pièces. J'ai pu m'assurer, par une molaire supérieure, que l'espèce en était plus petite que celles de nos sables marins et de nos marnes bleues (*Rhin. tichorhinus* et *Rhin. leptorhinus*); elle m'a paru la même que l'une de celles de Lunel-Viel (*Rhin. minutus*).

Solipèdes. Les chevaux ne présentent qu'une espèce plus petite que les grands chevaux de la caverne de Lunel-Viel; leurs molaires et leurs ossemens sont en très grand nombre.

Ruminans. J'ai distingué deux espèces du genre bœuf: l'une est l'aurochs, l'autre est un peu plus

forte que l'espèce de nos bœufs domestiques. J'ai vu plusieurs canons antérieurs et postérieurs de ces deux espèces. Les astragales, les cubo-scapoïdes, les calcanéums sont très nombreux.

Je n'ai trouvé du monton qu'une seule molaire inférieure.

On n'a point trouvé de bois de cerf, de sorte qu'il m'est impossible d'indiquer à quelle espèce se rapportent les ossemens que j'ai vus. Cependant, d'après la forme constante des dents et d'après l'uniformité des dimensions des autres parties du squelette, je crois pouvoir avancer qu'ils se rapportent tous à la même; je croirais volontiers que c'est un cataglochis. Sa taille est celle de l'élaphe.

Carnassiers. Les carnassiers m'ont offert trois genres seulement: l'ours, le blaireau, l'hyène.

Je n'ai vu du premier qu'une molaire inférieure, la moitié d'une supérieure, et un seul os des membres. Cette espèce est plus petite que le grand ours des cavernes.

Le second m'a offert des pièces plus complètes, notamment une tête entière garnie de toutes ses dents, une mâchoire inférieure appartenant à un autre individu, et deux humérus entiers.

J'ai vainement cherché parmi les débris d'hyène les deux nouvelles espèces que j'ai découvertes à la caverne de Lunel-Viel, celle qui se rapporte à l'hyène rayée et celle qui se rapporte à l'hyène brune; je n'y ai trouvé que l'espèce de M. Cuvier, celle qui se rapporte à l'hyène du Cap. M. Dumas possède, entre autres pièces de cette espèce, une superbe mâchoire inférieure avec toutes les molaires; M. le docteur Bonaure a également re-

cueilli plusieurs molaires détachées, et d'autres encore réunies au maxillaire supérieur.

Rongeurs. Des rongeurs de la taille du lapin et du lièvre se trouvent avec tous leurs os.

Oiseaux. J'ai reconnu trois ou quatre pièces qui m'ont paru provenir d'individus différens, ce sont des gallinacées.

Mollusques. Je n'ai observé ni coquilles fluviales ni marines, toutes se rapportent aux coquilles terrestres du pays : ce sont des cyclostomes, des hélix et des bulimes.

Les ossemens humains sont une molaire supérieure, plusieurs phalanges de la main, un métatarsien provenant de sujets adultes et d'une taille d'environ 5 pieds 6 pouces. Ces dimensions ont été évaluées d'après la comparaison que M. Dubreuil, professeur d'anatomie, a faite de ces ossemens avec ceux de plusieurs squelettes de son cabinet.

La seconde caverne, celle de Souvignargues, n'est éloignée de la première que d'environ une demi-lieue; elle est dans le même calcaire et à la même hauteur au dessus du niveau de la Méditerranée. MM. Dumas et Bonaire l'avaient déjà visitée; mais comme c'était avant la découverte des ossemens fossiles de Poudre, ils n'avaient pas songé à faire des recherches dans celle-ci.

Plusieurs ouvertures ont autrefois permis de s'y introduire; actuellement il n'en existe qu'une seule, les autres y ayant été obstruées par des éboulemens que n'ont pu arrêter les ouvrages en maçonnerie qu'on leur avait opposés. L'issue par laquelle nous y avons pénétré n'est autre chose

qu'un trou irrégulier que l'on aperçoit au fond d'une carrière abandonnée. Ce trou, n'ayant guère plus de 50 centimètres de diamètre, il faut se résoudre à ramper sur le ventre l'espace d'environ 5 mètres, après quoi l'on peut marcher, sinon debout, au moins sur les genoux. Cette espèce de corridor s'élargit insensiblement; il est bordé des deux côtés de cavités plus ou moins spacieuses, mais très basses et renfermant presque toutes une terre argileuse rougeâtre. Il faut y marcher constamment courbé, à cause du peu d'élévation de la voûte et des saillies qu'elle présente. Au bout de ce corridor, dont la longueur est d'environ 30 mètres, la caverne s'agrandit brusquement : on aperçoit alors sur la droite plusieurs chambres assez spacieuses; des stalactites en tapissent la voûte et les parois latérales, le sol est aussi recouvert d'une croûte de stalagmites, au dessous de laquelle se trouve le diluvium. Là, tout semble menacer d'une ruine prochaine : des blocs énormes de rochers sont détachés et entassés confusément les uns sur les autres; plusieurs restent encore suspendus à la voûte, et il en est qui auraient suivi de près les autres dans leur chute, si l'on n'avait eu le soin de les soutenir par de petits murs en pierre sèche. La dureté de la croûte de stalagmites, qui est superposée au diluvium, ne nous ayant pas permis de faire des recherches au dessous d'elle, nous nous sommes bornés à en faire dans les points qu'elle n'a pas recouverts. Presque à l'extrémité du corridor, à l'endroit même où la caverne s'élargit, le diluvium étant à nu, nous avons pu y faire quelques fouilles. Son épaisseur est d'environ 2 mètres; il

est rouge et très argileux; une quantité prodigieuse de coquilles terrestres y sont enfouies jusqu'à la profondeur de 0,030 mètres environ; j'ai reconnu parmi elles le *bulimus decollatus*, le *cyclostoma elegans*, l'*helix nemoralis*, *rhodostoma variabilis*, et quelques *helix algira*. Au dessous de ce lit horizontal de coquilles, on rencontre d'abord 0,60 mètres environ de gravier mêlé au limon rouge, puis du limon moins chargé de gravier. C'est dans cette couche que nous avons recueilli une molaire de cerf, plusieurs molaires de bœuf, une phalange onguéale de solipède, une molaire d'ours et plusieurs ossemens humains, tels qu'une omoplate, un humérus, un radius, un péroné, un sacrum et deux vertèbres. Ayant trouvé moi-même le radius et une vertèbre lombaire, j'ai pu m'assurer qu'au dessous d'eux il n'existait plus qu'un demi-pied de diluvium. J'ai apporté la plus grande attention à examiner si les terres n'auraient point été remuées accidentellement, et j'ai vu que les différens lits de menu gravier qui alternent plusieurs fois avec le diluvium n'offraient aucune interruption dans leur continuité; le lit supérieur de coquilles ne m'a présenté non plus aucune marque de dérangement. J'observe en outre qu'il n'y a encore sur ce point aucun éboulement.

Le peu de temps que j'ai mis à explorer ces lieux, et la profonde obscurité qui régnait dans toute la caverne, malgré les flambeaux dont nous étions munis, ne m'ont point permis de pousser plus loin mes recherches; il est à présumer que je n'ai pas tout vu. MM. Dumas et Bonaure se proposent d'y faire incessamment des fouilles.

Plusieurs professeurs des Facultés de Montpellier qui ont examiné tous ces ossemens humains, et en particulier MM. Marcel de Serres et Dubreuil, qui ont étudié les ossemens de plusieurs cavernes, sont bien convaincus que ceux-ci sont de la même date, et qu'on ne peut se refuser à les regarder comme fossiles.

Ces os happent fortement à la langue, ce qui indique déjà qu'il n'y reste plus que du phosphate et du carbonate de chaux. Leur couleur, leur poids, leur cassure, leur degré d'altération ne montrent aucune différence entre eux et les ossemens de la caverne de Lunel-Viel. D'après quelques essais qui ont été faits sur ces os de nouvelle découverte, on s'est assuré qu'ils ne contenaient pas plus de matière animale que les os fossiles d'hyène.

M. le professeur d'anatomie, ayant comparé à plusieurs squelettes ces ossemens humains, a reconnu qu'ils provenaient d'un sujet adulte, mais très grêle et d'une petite stature, peut-être d'une femme. Il est arrivé à cette conséquence en observant que le radius, plus court et bien moins fort que celui d'un jeune sujet, dont les épiphyses ne sont pas encore soudées, n'offre cependant aucune interruption de tissu entre la diaphyse et l'épiphyse.

Les débris de poterie sont très grossiers et annoncent l'enfance de l'art; on serait porté à croire qu'ils ne sont pas cuits au feu, mais séchés à l'air et durcis au soleil. Les argiles dont ils sont formés n'ont point été lavées et présentent des cristaux de chaux carbonatée.

Je m'abstiendrai, pour le moment, de toute réflexion sur cette découverte d'ossemens hu-

maines fossiles, la seule de ce genre qui, jusqu'à présent, ait pu satisfaire aux conditions de gisement et de composition indiquées par les géologues; je me borne à rapporter les faits, en rap- pelant toutefois que l'opinion de la non-existence de l'homme à l'état fossile était plutôt fondée sur des faits négatifs, dont on a pu quelquefois exa- géner la valeur, que légitimement déduite des principes certains sur lesquels repose la science

EXPLOITATION ET EMPLOI

*De la tourbe dans le Fichtelgebirge; par
M. Moser (1).*

Extrait

Par M. BINEAU, Aspirant-Ingénieur des Mines.

La tourbe est formée des débris de plantes aquatiques qui naissent et meurent dans la même année. L'eau qui les recouvre les empêche de se décomposer en les soustrayant au contact de l'air; une partie cependant s'altère, et les acides qui en résultent arrêtent la décomposition. C'est la pression de l'eau et des couches supérieures qui détruit quelquefois jusqu'aux dernières traces d'organisation et donne à la tourbe un aspect terreux. Sans doute les lignites et les houilles sont les tourbes des temps anciens altérées par les révolutions du globe. Le feu central d'un des agens de ces catastrophes a chauffé les tourbes enfouies et leur a fait éprouver une carbonisation lente, qui, du reste, peut avoir lieu à l'aide de la chaleur lente que produisent les combinaisons chimiques qui s'opèrent au sein de la terre.

Les tourbières de Fichtelgebirge sont situées en Bavière sur les frontières de la Bohême, près

Formation de
la tourbe.

Position des
tourbières.

(1) *Die torfswirtschaft im Fichtelgebirge Von H. C. Moser Königlich Baiereschem forstmeister. Nürnberg 1825.*

L'auteur se sert de pieds, livres et florins de Bavière.

1 pied = 0^m,289,

1 livre = 0^k,467,

1 flor. = 2^f,246.

d'après l'*Encyclopédie* et la *Métrologie* de Ponchet.

de la source du Mein. Leur élévation au dessus du niveau de la mer est d'environ 950 mètres : leur profondeur varie de 2^m,5 à 3^m,5 ; elles reposent sur un lit d'argile blanche ou de débris granitiques, et leur surface est formée de quelques décimètres de terre végétale couverte de mousse et de bruyères.

Beaucoup d'arbres sont enfouis dans la tourbe, ce sont des bouleaux, des aunes et des sapins ; ces derniers seuls ne sont pas décomposés et n'ont rien perdu de leur pouvoir calorifique.

Exploitation.

La tourbière dont il est ici plus particulièrement question est située près du village de Voitsumra, dans le district de Weissenstadt ; elle est exploitée depuis 1794 aux frais de l'État, et sa surface est encore de 27 hectares. On travaille au petit louchet horizontal, et quand l'épaisseur de la couche surpasse 1^m,4, on divise la taille en deux gradins. La longueur des mottes est de 0^m,337, leur largeur et leur épaisseur de 0^m,145. Ces dimensions considérables ralentissent un peu la dessiccation, qui se fait en tas, à l'air libre, et dure de six à douze semaines ; mais elles donnent aux mottes plus de consistance et diminuent la quantité de débris que produit l'exploitation. Malgré cela, la proportion de ces débris s'élève encore à 0,12, et comme la tourbe perd, en se desséchant, 0,60 de son volume, une portion de tourbière dont la capacité est d'un mètre cube ne donne que 0^m,35 de tourbe sèche. Les troncs d'arbres enfouis sont une des principales causes de cette perte de 0,12 ; ils empêchent la filtration des eaux, et la tourbe qui les environne est molle et sans consistance. Pour tirer parti de ces débris et de ces tourbes molles

qu'on jette au fond des tailles, on pourrait les comprimer dans des moules, et l'on obtiendrait ainsi des mottes dont la dessiccation n'exigerait que trois ou quatre jours, et dont l'effet calorifique serait très considérable ; car M. Eiselen, conseiller des mines de Prusse, a trouvé, par expérience, que mille mottes comprimées produisaient autant d'effet que quinze cents mottes coupées dans la même tourbière et séchées sans compression.

Les ouvriers qui extraient la tourbe sont payés à la tâche ; ils reçoivent 0f,13^c par mètre cube : on évalue la quantité de tourbe qu'ils ont exploitée en mesurant l'avancement de la taille et l'épaisseur de la couche. Ce mode d'évaluation est très commode et d'une vérification facile ; les femmes et les enfans employés à la dessiccation reçoivent de 0f,45^c à 0f,55^c par jour. Le maître tourbier, qui surveille le travail, est payé 1f,35^c pendant tout le temps de l'exploitation.

En 1824, les frais ont été :

Pour 1 mètre cube.	
Exploitation	0f,36 c.
Dessiccation	0 ,23
Entretien des outils	0 ,02
Surveillance	0 ,16
Frais généraux d'administration	0 ,05
	<hr/>
	0f,82 c.

En 1823, ce prix ne s'était élevé qu'à 0f,75^c. Cette tourbe est vendue 1f,10^c.

Sa pesanteur dépend de sa position dans la tourbière. Le poids d'un mètre cube supposé compacte et sans intervalles varie de 285 kilogrammes à 590 kilogrammes.

Dans le même pays, le mètre cube de bois résineux, en grosses bûches, coûte 2 fr. 65 c.

Il pèse 406 kilogrammes, y compris les intervalles, et 730 kilogrammes si on le suppose formé d'un seul morceau compacte et sans interstices.

Analyse. M. Fikenschcr de Marktredwitz a fait l'analyse de la tourbe de Voitsumra.

La distillation lui a donné :

Charbon	40,25
Goudron	24,50
Eau	14,00
Gaz (par différence) . . .	21,25
	<hr/>
	100,00

Le charbon, quoique poreux, est plus pesant que le charbon de bois; la poussière est presque aussi lourde que celle du charbon animal, et pourrait être employée pour clarifier et décolorer les liquides.

L'eau, séparée du goudron par filtration, contenait de l'acide acétique et de l'ammoniaque, car, en y versant de la potasse, elle en dégagait l'odeur; le goudron qu'elle retenait encore, et qui la colorait légèrement en jaune, donnait une odeur très désagréable quelque temps après l'action de la potasse. L'acidité de cette liqueur est faible; car elle n'exige que 0,025 de carbonate de potasse pour sa saturation, tandis que l'eau qui provient de la distillation du bois de hêtre en exige 0,24.

Le goudron, quoique lavé à grande eau, rougit encore le tournesol lorsqu'il est humide; il contient donc encore un peu d'acide acétique; il se dissout dans la potasse, en dégagant de l'am-

moniaque; puis ensuite, par l'action prolongée de l'alcali, il acquiert une odeur très désagréable; séché à une douce chaleur, il devient solide et compacte; il pourrait, à cet état, être employé à différents usages. Il brûle sur les charbons avec une flamme claire, et à la chaleur rouge il se décompose rapidement en laissant un résidu charbonneux, dégagant de l'eau, de l'ammoniaque, et un gaz qui brûle avec une très belle flamme et pourrait servir à l'éclairage.

Pour doser les gaz, on a fait une nouvelle distillation sur 5 grammes, et obtenu :

Acide carbonique. 276°.c.	689	} à 0° et 0m,76.
Azote	10 973	
Hydrog. carboné. 726	575	

Les densités de l'azote et de l'acide carbonique étant connues, il en résulte que la tourbe a donné à la distillation :

Charbon .	40,25		
Goudron .	24,50		
Eau . . .	14,00		
Gaz . . .	21,25	{	
		Azote	0,27
		Acide carbonique	10,80
		Hydrogène carboné	10,18
	<hr/>		<hr/>
	100,00		21,25

100 parties du mélange d'hydrogène carboné et d'azote ont exigé pour leur combustion 131,3 d'oxygène; le gaz de la houille en exige 170, d'après les recherches de M. Henry.

Cette tourbe contient 1,70 de cendres; elles sont composées de :

Silice.	34,50
Alumine.	17,25
Oxide de fer.	33,00
Sulfate de chaux.	4,50
Chaux.	2,00
Magnésie.	3,55
Charbon.	2,75
Muriate de chaux.	0,45

98,00

On s'est assuré qu'elles sont exemptes d'acide phosphorique.

Effet calorique de la tourbe.

Pour comparer l'effet calorique de cette tourbe à celui du bois résineux, M. Moser a fait servir à l'évaporation de l'eau la chaleur produite par ces deux combustibles. Un vase de terre qui contenait 4^k,544 d'eau était placé au dessus d'une grille, sur laquelle on a brûlé 1^k,401 de tourbe de qualité moyenne. Les dernières flammes se sont éteintes après 50 minutes, et les derniers charbons après 2 heures 25.

Après 20 minutes, 50° R.

30	———	60
50	———	66
120	———	65
145	———	49

L'eau, refroidie jusqu'à la température de 7°, qu'elle avait avant d'être échauffée, avait perdu 525 grammes.

Le même essai, répété avec le même poids de bois de sapin séché sur le poêle, a donné :

Après 20 minutes, 59° R.

30	———	72
40	———	75
65	———	64
75	———	61

Après le refroidissement, la perte était de 510 grammes : ainsi les quantités d'eau évaporées sont dans le rapport de 35 à 34.

En représentant l'effet du bois par 100, l'effet de la tourbe, à poids égal, sera :

Relativement à l'élévation de température. . .	88
Relativement à la durée de la chaleur et aux températures extrêmes.	155
Relativement à la quantité d'eau évaporée. . . .	103

115 $\frac{2}{3}$ est le tiers de la somme de ces trois nombres; les effets du bois et de la tourbe, à poids égal, sont donc dans le rapport de 100 à 115 $\frac{2}{3}$, et, à volume égal, dans le rapport de 100 à 104, puisque les volumes de poids égaux qu'on a brûlés sont dans le rapport de 510 à 545.

La tourbe de Voitsumra est employée maintenant au chauffage domestique, dans les distilleries, les fabriques de bière et dans une grande raffinerie de sucre; mais le gouvernement a eu beaucoup de peine à en répandre l'usage. Il a de plus fait construire un fourneau pour y cuire les briques avec un feu de tourbe.

Usages de la tourbe.

Fours à briques.

Les grilles des deux chauffes sont formées de petits murs d'argile, qui reposent sur des voûtes : pour rendre cette argile indifférente aux variations de température, on y mêle des débris d'argile cuite. Les fondations et les murs sont en granit jusqu'à la hauteur de la sole; au dessus, ils sont en briques, et leur épaisseur est encore de 0^m,56; mais ils sont de plus revêtus d'un petit mur de granit, dont l'épaisseur est d'environ 0^m,15. La sole est à 0^m,15 au dessus des grilles. Le fourneau n'est pas voûté; son plafond plat, élevé de

2^m,9 au dessus de la sole, est recouvert d'une couche d'argile battue, de 0^m,15 d'épaisseur, et percé de plusieurs ouvertures pour le tirage et le dégagement des vapeurs. Ce fourneau contient cinq à six mille briques, qu'on y arrange régulièrement en formant une voûte au dessus de chacune des grilles. L'ouvrier qui conduit le feu règle la chaleur à volonté, à l'aide des portes des cendriers et des ouvertures du plafond, qu'il peut fermer avec des briques ou transformer en cheminées par le moyen de petits murs de briques. La couleur de la flamme indique le moment où la cuisson est achevée.

Pour cuire mille briques, ce fourneau consomme 1^m.c.,825 de tourbe : il est plus économique que les fours des environs, qui contiennent dix à douze mille briques et brûlent 2^m.c.,432 de bois résineux pour la cuisson d'un millier. Les grands fourneaux prussiens, qui contiennent vingt à trente mille briques, dépensent encore plus de combustible ; car, pour mille briques, la consommation est de 2^m.c.,586 de bois résineux ou de 3^m.c.,081 de tourbe.

A Voitsumra, les frais de fabrication d'un millier de briques cuites dans ce petit fourneau s'élèvent à environ 9 francs.

Carbonisa-
tion.

Dès 1802, le gouvernement avait fait construire un fourneau pour carboniser la tourbe, et donné le charbon aux maîtres de forges pour les engager à en faire l'essai ; mais tous les efforts avaient été inutiles, et ce nouveau combustible était dédaigné.

En 1820, un fourneau de forme nouvelle a été construit par M. Moser, aux frais de M. Muller, propriétaire de forges à Wendenhammer.

Ce fourneau de forme conique, à base circulaire, a 4^m,91 de hauteur ; son diamètre intérieur est de 2^m,89 à la base et de 1^m,45 à la partie supérieure, où il est terminé par une plaque de fonte percée d'une ouverture circulaire, que peut fermer un couvercle de même matière. L'ouverture pratiquée à la partie inférieure pour retirer le charbon a 0^m,58 en carré : au pied du fourneau, sont quatre orifices de 0^m,19 de diamètre, par lesquels entre l'air, et qu'on peut, à volonté, tenir ouverts ou fermés pendant la carbonisation. La circonférence du fourneau est percée de dix ouvertures pour le dégagement de la fumée ; leur diamètre est de 0^m,024 ; elles commencent à 2^m,31 au dessus de la naissance du fourneau. Chacune d'elles est munie d'une plaque de fer-blanc, avec laquelle on peut la fermer à volonté.

La sole est en briques et se relève vers le milieu, de sorte que les produits liquides de la distillation se rendent dans une rigole ménagée au pied du mur et de là dans un vase destiné à les recevoir.

L'épaisseur des parois du fourneau dépend de la longueur des briques : il est inutile qu'elle soit de plus de 0^m,29 ; mais ces parois ne doivent livrer aucun passage à l'air ; aussi doivent-elles être revêtues d'une couche d'argile à l'intérieur, et à l'extérieur d'une couche de chaux.

Pour remplir le fourneau, on ménage, avec des briques convenablement disposées, un canal qui fait communiquer la porte avec le centre du fourneau : ce canal, large de 0^m,24 et haut de 0^m,28 environ, est entouré de bois résineux ou de copeaux qui s'enflamment aisément : quand on a achevé de le construire, on remplit le fourneau

de tourbe, qu'on y jette confusément par le gueulard ; car l'expérience a appris à M. Moser que l'arrangement régulier des mottes n'influe ni sur la qualité ni sur la quantité des charbons qu'on obtient. Lorsque le fourneau est plein, on embrase les matières combustibles qui environnent la cheminée, et aussitôt que la tourbe a pris feu, on ferme la porte et le gueulard, et l'on enduit d'argile les joints et les fissures qui pourraient donner passage à l'air. Alors la fumée ne peut s'échapper que par les trous pratiqués à la partie supérieure du fourneau, et l'ouvrier qui surveille la carbonisation fait varier, à volonté, l'ouverture de ces trous et de ceux par lesquels entre l'air à la partie inférieure. L'inspection des ouvertures supérieures et l'état de la chaleur extérieure indiquent si le feu est bien conduit et si la carbonisation se propage par couches concentriques. Elle est terminée quand la fumée diminue de volume et s'éclaircit : alors il faut fermer toutes les ouvertures et les luter avec de l'argile. Trois ou quatre jours après, quand le fourneau est assez froid pour qu'on puisse le toucher, il est temps d'ouvrir la porte et de retirer le charbon ; si quelques morceaux sont encore incandescens, on les éteint en les couvrant de terre, et si beaucoup de charbon est encore rouge, il faut refermer le fourneau et attendre un nouveau refroidissement.

Pendant la carbonisation, on peut remplir plusieurs fois le vide qui se forme dans l'intérieur du fourneau ; mais ce remplissage n'est pas nécessaire, il n'a pas d'influence sur la nature et la proportion du charbon que l'on obtient.

M. Moser a fait peu d'essais pour détermi-

ner les dimensions les plus avantageuses du fourneau de carbonisation ; seulement il en a construit un autre un peu plus grand, dont la hauteur est de 5^m,20, le diamètre intérieur de 3^m,47 à la base, et de 1^m,73 à la partie supérieure, et la seule différence qu'il ait remarquée consiste dans la durée de l'opération, qui est plus longue d'un jour dans le plus grand fourneau.

En 1822, l'État a fait construire sur ce modèle trois fourneaux réunis sous un même hangar, dont le toit, en planches, est percé d'ouvertures pour le dégagement des fumées. Deux d'entre eux ont les dimensions du petit fourneau d'essai ; les dimensions du troisième sont celles qu'on vient de donner tout à l'heure ; leur construction a coûté 795 francs. On obtient ordinairement dans ces fourneaux 0,348 en volume, et dans chaque opération il y a environ 0,007 de tourbe imparfaitement carbonisée, qu'il faut repasser au feu. La durée de l'opération est de quatorze jours :

3 jours pour remplir le fourneau,
6 jours de carbonisation,
4 jours de refroidissement,
1 jour pour retirer le charbon.

Mais comme le même ouvrier surveille les trois fourneaux, il n'y a pour chaque carbonisation que six journées de travail.

Revient du charbon de tourbe . . pour 1^{m.c.} :

1 mètr. cub. de charbon provient de 3 mètr. cub. de tourbe, dont l'extraction et la dessiccation ont coûté. 2f,190

Transport de 3 mètr. cub. de tourbe. of,420

Chaque opération donne 6m.c.,711 de charbon, et exige six journées de travail à of,90. Ainsi la main-d'œuvre pour 1 mètr. cub. est de. of,804

Les fourneaux et les hangars ont coûté 4500 fr. L'intérêt de cette somme, à 5 pour 100, est de 225 fr. (1). En supposant qu'on fasse chaque année quarante carbonisations, et, par suite, 268 mètr. cub. de charbon, le fonds nécessaire à l'exploitation annuelle de la tourbe et à son transport est de 900 fr. environ, dont l'intérêt est de 45 francs. Ainsi, l'intérêt des fonds de roulement et des capitaux engagés dans les constructions est de 270 francs, et, par suite, pour 1 mètr. cub., il est de. . . 1f,007

Pour estimer la valeur de la tourbière, M. Moser suppose qu'elle est représentée par le dixième de produit brut. Ainsi, pour chaque opération qui se fait sur 20m.c.,133 de tourbe, elle est de 2 mètr. cub. de tourbe, dont M. Moser évalue le prix des nombres ronds à 1 florin, c'est à dire 2f,246. La valeur de la tourbière sera donc représentée, pour 1 mètre cub. de charbon, par. of,330

4f,751

1 mètr. cub. de ce charbon pèse 230 kilog., et, supposé compacte et sans intervalle, 400 kil. (2).

(1) Je ne sais pourquoi M. Moser prend un taux d'intérêt si peu élevé.

(2) Ce fourneau de Weissenstadt est très analogue à celui dans lequel on carbonise la tourbe à Rothau (voyez *Annales des Mines*, p. 211, t. V, 2^e sér.); il en diffère cependant beaucoup par les dimensions, par la nature des ouvertures qui donnent passage à l'air et à la fumée et par le mode de refroidissement; peut-être doit-il être préféré à celui de Rothau, à cause de la disposition de ces ouvertures, qui, en rendant plus facile la conduite de l'opération, permettent de donner au fourneau une plus grande capacité.

Voici les éléments du prix du charbon de bois dans le même pays. Chaque meule de carbonisation se compose d'environ 120 mètr. cub. de bois résineux, dont les trois quarts sont en grosses bûches et le quart en branchages.

1 mètr. cub. de grosses bûches de bois résineux coûte. 2f,65,

1 mètr. cub. de branchages. 1,47.

On obtient environ 57 pour 100 en volume et 25 en poids.

Revient du charbon de bois résineux pour 1 mètre cube :

Achat et abatage du bois. 4f,140

Transport du bois. 0,086

Paille pour le couvrir. 0,048

Main-d'œuvre de carbonisation. 0,448

Transport du charbon. 0,518

5f,240

	y compris les intervalles.	supposé compacte.
1m.c. de ce charbon pèse	} sapin. 125 k. 237 k. pin... 141 k. 257 k.	

Quoique refroidi par une injection d'eau dans l'intérieur du fourneau, le charbon de tourbe de Rothau est de très bonne qualité et produit beaucoup d'effet dans les feux d'affinerie où on le brûle. Dans les deux fourneaux, le volume de charbon qu'on obtient est le tiers du volume de la tourbe; les frais de carbonisation sont de 2f,73 à Rothau et de of,80 à Weissenstadt pour chaque mètre cube de charbon; et cette différence provient de la différence des salaires des ouvriers et de la capacité des fourneaux. Sous le rapport de la rapidité de la fabrication, le fourneau de Rothau présente quelque avantage, à cause du mode de refroidissement et de la conduite de l'opération. Les quantités de charbon que donnent dans le même temps les deux fourneaux sont dans le rapport de 6 à 7.

Analyse du
charbon de
tourbe.

M. Fikenscher a analysé le charbon de tourbe de Voitsumra ; il contient 0,042 de cendres. Deux analyses comparatives, faites avec l'oxide de cuivre sur la tourbe et sur son charbon, font voir quels sont les élémens que la carbonisation a enlevés à la tourbe.

	Tourbe.	Charbon.
Carbone...	66,56..	89,10
Hydrogène.	10,39..	1,70
Oxigène...	18,59..	....
Azote. . . .	2,76..	2,40
Cendres. . .	1,70..	4,20
Perte.....	1,80	} due sans doute en partie à l'existence de l'oxigène dans le charbon.
	100,00	

Pour s'assurer directement de la présence de l'azote dans le charbon de tourbe, M. Fikenscher l'a chauffé jusqu'à ébullition avec du carbonate de potasse : l'eau versée sur la liqueur bouillante en a dégagé de l'ammoniaque, et le muriate de peroxide de fer a formé un précipité de bleu de Prusse.

Essais faits
avec le char-
bon de
tourbe.

M. Moser a fait, avec ce charbon de tourbe, plusieurs essais dans différentes usines. Ce combustible est propre à tous les ouvrages de la forge, il donne une chaleur plus forte et exige un travail plus rapide. Dans l'affinage du fer, il ne peut être employé pendant la dernière partie de l'opération, lorsque le fer doit perdre, sous le vent de la tuyère, les dernières parties de carbone qu'il renferme.

Dans le haut-fourneau de M. Muller, à Wendenhammer, on a remplacé un sixième du charbon de bois par un volume égal de charbon de tourbe, et cette substitution a été tellement avan-

tageuse, qu'elle a permis d'ajouter 23 kil. à la charge de minéral; ce qui a augmenté de 1750 k. la quantité de minéral fondue dans une semaine.

Voici les détails de l'essai qu'on a fait dans le fourneau de M. Wachter à Neunhammer.

Ce fourneau, haut de 6^m,94, était en feu depuis vingt et une semaines, et son allure était très régulière. Chaque charge se composait de :

1 m.c., 038 de charbon de bois,
0 m.c., 193 de minéral et 0 m.c., 024 de calcaire.

1 mèt. cube de ce charbon de pin et de sapin pesait. 176 k. (1),
1 mèt. cub. de minéral. 1690 k.

Dans la vingt et unième semaine, on fit quatre-vingt-quatre charges contenant :

87 m.c. 192 de charbon de bois,
16 m.c., 212 de minéral,

et on obtint 7825 kilogr. de fonte.

Ainsi, pour obtenir 100 k. de fonte, on a consommé :

1 m.c., 114 } de charbon et 0,207 } de minéral.
ou 194 kilog. } ou 350 k. }

La semaine suivante, on mêla au charbon de bois du charbon de tourbe, dont le mètre cube pesait 236 kil.

Les trente-huit premières charges furent composées de :

21 m.c., 219 de charbon de tourbe,
18 m.c., 250 de bois,
8 m.c., 039 de minéral.

(1) Il y a quelque incertitude sur ce nombre et sur tous ceux qui, plus bas, indiquent des poids de combustibles, parce que M. Moser a exprimé le rapport de ces poids aux volumes correspondans de plusieurs manières qui ne s'accordent pas, surtout pour le charbon de bois.

Ainsi, le volume de charbon pour chaque charge fut encore de $1^{\text{m.c.}},038$; mais le volume du minéral était augmenté. Pendant les huit premières charges, il fut, comme auparavant, de $0^{\text{m.c.}},193$; à la neuvième, on l'augmenta de $\frac{1}{15}$, à la dix-huitième de $\frac{2}{15}$, et à la vingt-cinquième de $\frac{3}{15}$.

Ainsi, lorsque la moitié environ du charbon de bois était remplacée par un volume égal de charbon de tourbe, on passait à chaque charge $0^{\text{m.c.}},2316$, au lieu de $0^{\text{m.c.}},193$ de minéral; c'est à dire $\frac{1}{5}$ de plus que lorsqu'on ne brûlait que du charbon de bois.

A la trente-neuvième charge, on n'avait plus de charbon de tourbe et l'on continua le fondage avec le charbon de bois seul, en composant les charges comme dans la vingt et unième semaine.

Pendant cette vingt-deuxième semaine, on ne fit que soixante-treize charges, composées de :

75 ^{m.c.} ,848 de charbon	21 ^{m.c.} ,219 charbon de tourbe,
	54 ^{m.c.} ,629 charbon de bois,
14 ^{m.c.} ,774 de minéral,	

et on obtint 7122 kilogrammes de fonte.

Ainsi, pour obtenir 100 kilogr. de fonte, on a consommé :

1 ^{m.} ,064 } de charbon et	0 ^{m.c.} ,207 } de minéral.
ou 200 k. }	ou 350 k..... }

La machine soufflante n'a pu fournir tout le vent qu'exigeait la combustion du charbon de tourbe, plus dense que le charbon de bois : c'est pour cela qu'on n'a fait que soixante-treize charges au lieu de quatre-vingt-quatre pendant cette semaine, et le charbon de tourbe n'a pu produire

toute la chaleur qu'il est susceptible de développer.

Malgré cette circonstance défavorable, et quoique le charbon de tourbe n'ait été mêlé au charbon de bois que pendant trente-huit charges, la consommation de charbon pendant la vingt-deuxième semaine a été moindre en volume que pendant la vingt et unième, puisque, dans la dernière, on n'a dépensé que $1^{\text{m.c.}},064$ de charbon au lieu de $1^{\text{m.c.}},114$ pour produire $100^{\text{k.}}$ de fonte. C'est à la densité du charbon de tourbe qu'il faut attribuer cet effet. D'un autre côté, pendant la vingt-deuxième semaine, on a consommé $200^{\text{k.}}$ de charbon pour produire $100^{\text{k.}}$ de fonte, tandis que, dans la précédente, on n'avait brûlé que $194^{\text{k.}}$; et cette différence est due sans doute à la quantité de cendres que renferme le charbon de tourbe.

De cet essai, qui, à défaut d'une provision suffisante de charbon de tourbe, n'a eu qu'une courte durée, M. Moser conclut que la tourbe carbonisée de Voitsumra peut servir à la fusion des minerais de fer, avec plus d'avantages même que le charbon de bois résineux.

La fonte qu'on a obtenue a été affinée et a donné de très bon fer, qui n'était cassant ni à chaud ni à froid (1). M. Fikenschcr, qui l'a analysée, n'y a pas trouvé de phosphore; il l'a recherché dans le résidu noir provenant de l'action de l'eau régale. L'hydrogène qui se dégage, lorsqu'on attaque la fonte par l'acide nitrique, em-

(1) L'auteur ne dit rien de la couleur et des qualités de cette fonte, et de celle qu'on obtenait en ne brûlant que du charbon de bois.

porte une partie du carbone qu'elle contient ; car si on le brûle sur l'eau de baryte, il se forme du carbonate. Pour avoir la proportion exacte du charbon que renferme la fonte, M. Fikenschcr l'a analysée par l'oxide de cuivre en opérant sur 05,65 environ : il a trouvé ainsi 0,0336 de carbone, tandis que l'analyse par voie humide n'en avait donné que 0,0240.

La fonte obtenue avec un mélange de charbon de bois et de charbon de tourbe est composée de :

Fer.	93,19
Silicium. . . .	2,08
Carbone	3,36
Aluminium. . .	0,07
Manganèse. . .	0,14
	<hr/>
	98,84

ORDONNANCES DU ROI,

CONCERNANT LES MINES,

RENDUES PENDANT LA SUITE DU SECOND TRIMESTRE
DE 1828.

ORDONNANCE du 2 avril 1828, portant autorisation d'établir un haut-fourneau en remplacement d'une batterie sise à Noncourt (Haute-

*Haut-four-
neau de
Noncourt.*

Marne).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. Ier. Les sieurs Michel frères sont autorisés à remplacer, conformément au plan qui restera annexé à la présente ordonnance, la batterie qu'ils possèdent à Noncourt, sur la rivière du Rougeant, commune de Noncourt, département de la Haute-Marne, par un haut-fourneau à fondre le minéral de fer.

ART. II. Ladite batterie de Noncourt et son feu de forge, autorisés par ordonnance du 13 août 1823, l'un des feux d'affinerie de l'usine que les sieurs Michel possèdent sur la rivière du Rognon, à La Crête, département de la Haute-Marne (ladite usine autorisée par ordonnance du 30 juin 1824) ; le martinet de l'usine qu'ils possèdent à Écot, même département, autorisé par ordonnance du 22 décembre 1824, seront détruits à l'époque où le haut-fourneau de Noncourt, autorisé par la présente, sera mis en activité.

Usine de la
Chaudeau.

ORDONNANCE du 2 avril 1828, concernant l'usine de la Chaudeau (Haute-Saône).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. I^{er}. Les sieurs Rodolphe et Stanislas Buyer, propriétaires des forges et manufacture de fer-blanc de la Chaudeau, commune d'Aillevilliers, département de la Haute-Saône, sont autorisés à établir, conformément à leur demande et au plan joint à la présente ordonnance, sur la rivière de Semouze, dans l'emplacement des deux martinets de cette usine, qu'ils suppriment, et sur la même tête d'eau, sept paires de cylindres cannelés pour l'étirage du fer et deux paires de laminoirs à tôle, avec quatre fours à réverbère, accolés deux à deux, pour le chauffage des fers et tôle, sauf au sieur de Magnoncourt à faire valoir et juger par qui il appartiendra (s'il s'y croit fondé) les droits qu'il prétendrait tirer des clauses de l'acte de vente du 1^{er} avril 1755.

ART. II. Lesdits fours à réverbère ne pourront être chauffés qu'avec des combustibles minéraux.

Mine de
plomb argen-
tifère de St.-
Amand-Ro-
che-Savine.

ORDONNANCE du 2 avril 1828, portant concession des mines de plomb argentifère de Saint-Amand-Roche-Savine (Puy-de-Dôme).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. I^{er}. Il est fait concession aux sieurs De la Salzède, Denis, Chaulin et Delaunay des mines de plomb argentifère existant sur le territoire de la commune de Saint-Amand-Roche-Savine, département du Puy-de-Dôme.

ART. II. Cette concession renferme une étendue superficielle de trente et un hectares soixante ares, limitée, conformément au plan joint à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord-est, par une ligne droite partant de l'angle sud du hameau dit le Tabardy, en se terminant au pont de Saint-Amand, sur la grande route qui mène à cette dernière ville ;

A l'est, par une seconde ligne droite partant de ce dernier pont, et arrivant à un second point, éloigné de deux cent cinquante mètres dudit pont et de vingt mètres de l'angle est du moulin neuf ;

A l'est encore, par une ligne menée de ce dernier point, jusqu'à cent cinquante mètres de distance, et terminée au petit ruisseau du moulin précité, à un point éloigné de trois cent quatre-vingts mètres du pont de Saint-Amand ;

Au sud, par une ligne menée du dernier point ci-dessus, jusqu'à la grande route, sur une longueur de cent cinquante mètres, et se terminant à trois cent quatre-vingt-cinq mètres du pont de Saint-Amand, puis par la grande route jusqu'au point où elle fait un coude, à quarante mètres au dessus de la maison Coudert-Maréchal, puis encore par cette même route jusqu'à soixante-huit mètres au dessus du coude précité ;

Au sud-ouest, par une ligne longue de deux cent douze mètres, partant de ce dernier point, et arrivant sur la butte de la Bussières, à un point éloigné de sept cent trente mètres de l'angle sud du hameau de Tabardy ;

Et au nord-ouest, par une ligne droite joignant ce dernier point et le hameau de Tabardy point de départ.

ART. III. Il sera, à la diligence du préfet, aux frais des concessionnaires et en présence de l'ingénieur des mines, planté des bornes partout où besoin sera. L'ingénieur dressera procès-verbal de cette opération ; expéditions en seront déposées aux archives de la préfecture et à celles de la commune de Saint-Amand-Roche-Savine ; il sera donné avis de ce dépôt à notre Directeur général des ponts et chaussées et des mines.

ART. IV. Les concessionnaires se conformeront exactement aux clauses et conditions du cahier des charges par eux souscrit, le 16 janvier 1827, lequel demeurera annexé à la présente ordonnance, qui sera affichée, aux frais des concessionnaires, dans la commune sur laquelle s'étend la concession.

ART. VIII. En exécution de l'article 16 de la loi du 21 avril 1810, les concessionnaires paieront, aussitôt la

notification de la présente ordonnance, au sieur Jean Coudert, cultivateur à Saint-Amand-Roche-Savine, une somme de 2000 francs, à titre d'indemnité, pour sa participation à la découverte de la mine concédée, indépendamment des dédommagemens qu'il serait en droit de réclamer, pour dégâts déjà occasionés dans ses propriétés par suite des recherches des concessionnaires, lesquels seront évalués et payés conformément à l'article 46 de la même loi du 21 avril 1810.

Usine vitriolique de Bouxwiller.

ORDONNANCE du 13 avril 1828, portant autorisation de maintenir en activité l'usine vitriolique de Bouxwiller (Haut-Rhin).

CHARLES, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre Secrétaire d'État de l'intérieur;

Vu les demandes adressées au préfet du Bas-Rhin, les 10 mai et 13 décembre 1821, par les sieurs Pétri et Leclaire, au nom de la Société des mines de Bouxwiller, tendant à obtenir l'approbation des agrandissemens et changemens qu'elle a faits à l'usine de Bouxwiller, destinée à la fabrication du sulfate de fer et de l'alun;

Le plan à l'appui; l'affiche du 20 mars 1822; les certificats constatant les publications et affiches, etc., etc., etc.

Vu les deux ordonnances du 21 mars 1816 et toutes les pièces jointes;

Notre conseil d'État entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit:

ART. I^{er}. La Société anonyme des mines de Bouxwiller, département du Bas-Rhin, est autorisée à maintenir en activité, au lieu désigné sur le plan joint à sa demande, qui restera annexé à la présente ordonnance, et avec la consistance qui sera déterminée par l'article suivant, l'usine vitriolique qu'elle a établie au pied du Mont-Bastberg, en vertu de l'ordonnance du 21 mars 1816.

ART. II. La capacité totale des chaudières de toutes sortes, qui seront établies dans l'usine, ne pourra excéder cent vingt mètres cubes.

ART. III. La Société emploiera, à son choix, pour combustible, du lignite du Mont-Bastberg, de la houille ou de

la tourbe; mais elle ne pourra consommer annuellement plus de cinquante stères de bois pour l'usage de la fabrique.

ART. IV. Les aires destinées à l'efflorescence du minéral seront recouvertes d'argile battue, imperméable aux filtrations, disposées en pente, de manière à ce que les eaux d'arrosement soient toutes recueillies dans des rigoles préparées à cet effet.

ART. V. Le lignite destiné à la production des sulfates de fer et d'alumine sera abandonné à l'efflorescence spontanée; on ne pourra employer pour échauffer les tas qu'une couche mince de combustible, et telle qu'elle puisse être consommée en quelques heures; toutes les précautions seront prises pour que le minéral ne s'enflamme pas, et on aura soin notamment de recouvrir les tas avec du vieux minéral, de sorte qu'il ne puisse pas s'en dégager de vapeurs sulfureuses.

ART. VI. On prendra toutes les mesures qui seront nécessaires pour éviter l'embrasement des tas de minerais lixiviés.

ART. VII. La Société ne pourra, dans aucun cas, prendre de l'eau à la fontaine de la ville pour l'usage de sa fabrique.

ART. VIII. La Société exécutera l'engagement qu'elle a pris avec le conseil municipal de Bouxwiller, le 4 février 1827, relativement à la construction d'un nouveau guéoir ou abreuvoir.

ART. IX. Le lignite destiné à être employé comme combustible sera trié avec soin, pour en séparer, autant que possible, les parties pyriteuses.

ART. X. La hauteur des cheminées des fourneaux établis sous les chaudières sera portée à trente-cinq mètres au dessus des grilles, dans le délai d'un an, à compter du jour de la notification de la présente ordonnance; dans le cas où la Société se déterminerait à faire passer toutes les fumées dans une même cheminée, celle-ci ne pourra pas avoir moins de quarante mètres au dessus du sol.

ART. XI. Depuis le 1^{er} juin jusqu'au 1^{er} septembre, s'il arrive que les fumées sulfureuses sortant des cheminées retombent sur le sol ou sur les maisons, la Société sera tenue de cesser de brûler du lignite, à la première injonction qui lui en sera faite par le maire de Bouxwiller. Elle

pourra alors remplacer le lignite par de la houille ou de la tourbe ; dans aucun cas, l'interdiction de brûler du lignite ne pourra excéder quinze jours, en une ou plusieurs périodes, dans l'espace des trois mois ci-dessus désignés.

Un arrêté du préfet réglera le mode d'application et d'exécution des dispositions du présent article.

ART. XII. Lorsque la Société emploiera des liqueurs ammoniacales, elle ne pourra en faire usage qu'après qu'elles auront été désinfectées.

ART. XIII. Les eaux vitrioliques provenant soit de la mine, soit de la fabrique, soit des tas en efflorescence, soit des vieux minerais lixiviés, ne pourront pas être immédiatement versées dans le ruisseau de Bouxwiller. Elles continueront à être conduites à l'aide de canaux ou tuyaux particuliers, qui seront constamment maintenus en bon état par la Société, jusqu'à la sortie du ruisseau hors de la ville.

ART. XIV. Conformément aux dispositions de l'article 36 du décret du 18 novembre 1810, la Société fournira au préfet, tous les ans, et à notre Conseiller d'État, Directeur général des ponts et chaussées et des mines, toutes les fois qu'il en fera la demande, des états certifiés des produits fabriqués, des matériaux employés et des ouvriers occupés dans la fabrique.

ART. XV. La Société paiera, à titre de taxe fixe et pour une fois seulement, conformément à l'article 75 de la loi du 21 avril 1810, une somme de trois cents francs entre les mains du receveur particulier de l'arrondissement de Saverne, dans le délai du mois qui suivra la notification de la présente ordonnance.

ART. XVI. Elle se conformera à tout ce qui est prescrit par les lois, ordonnances et réglemens intervenus et à intervenir, sur les mines et usines, et aux instructions qui lui seront données par l'administration.

ART. XVII. Elle ne pourra augmenter ou transporter ailleurs son établissement, sans en avoir obtenu la permission dans les formes prescrites par les lois et réglemens.

ART. XVIII. L'inexécution des conditions ci-dessus prescrites pourra donner lieu à poursuivre la révocation de la permission, conformément à l'article 77 de la loi du 21 avril 1810.

ART. XIX. Nos Ministres Secrétaires d'état aux départe-

mens de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui les concerne, de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée, par extrait, au *Bulletin des lois*.

ORDONNANCE du 13 avril 1828, portant que le sieur Chandon est autorisé à établir, conformément aux plans joints à la présente ordonnance, un haut-fourneau pour fondre le minéral de fer sur la rivière de l'Arconce, commune de Changy (Saône-et-Loire).

Haut-four-
neau de
Changy.

ORDONNANCE du 13 avril 1828, portant que la redevance proportionnelle des mines de houille dépendant de la concession d'Aniche (Nord) est fixée, sous forme d'abonnement, à trois mille cinq cents francs en principal, pour chacune des années 1827, 1828, 1829, 1830 et 1831.

Mines de
houille d'A-
niche.

ORDONNANCE du 13 avril 1828, portant que les deux concessions des mines de houille de Bennac et de Sanzac (Aveyron) sont exemptées de la redevance proportionnelle pendant dix années, de 1827 à 1836 inclusivement, à raison de l'incendie arrivé dans ces mines, le 4 février 1826.

Mines de
houille de
Bennac et de
Sanzac.

ORDONNANCE du 13 avril 1828, portant autorisation d'établir des lavoirs à bras à Percey-le-Grand (Haute-Saône).

Lavoirs à bras
pour le miné-
rai de fer.

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. 1^{er}. Le sieur Jeanniot aîné est autorisé à établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, quatre lavoirs à bras pour le lavage du minéral de fer sur la rivière de Vingeanne, dans sa propriété, près du moulin de

Percey-le-Grand qui lui appartient, département de la Haute-Saône.

ART. IV. Il sera creusé, conformément au tracé en rouge du plan, dans le pré dit Loutre, deux bassins ou récipients parallèles, pour l'épuration des eaux bourbeuses provenant de chaque couple de lavoirs; ces bassins auront chacun cent mètres de longueur sur cinq mètres de largeur; leur fond sera horizontal, et à un mètre trente-cinq centimètres en contre-bas du dessus de leur déversoir de superficie, lequel sera muni d'une vanne de décharge, qui ne sera ouverte que pour le curage de ces bassins.

ART. V. Lesdits bassins seront curés à fond, toutes les fois que le dépôt boueux s'élèvera jusqu'à trente-cinq centimètres du niveau de la surface de l'eau, dans la partie d'amont de ces bassins. Les matières qui proviendront des curages seront déposées en des points disposés de manière à ne pouvoir jamais être entraînés par les eaux.

ART. VI. Faute par l'impétrant de se conformer à l'article précédent, il y sera pourvu d'office et à ses frais par les soins de l'autorité locale.

ART. VII. Les aqueducs destinés à conduire dans les bassins d'épuration, par dessus le canal de l'écluse dudit moulin de Percey-le-Grand, les eaux bourbeuses provenant du lavage, seront construits de manière à ce qu'il ne s'échappe aucune partie des eaux, et à ce que leur couverture puisse être enlevée, pour les curer quand besoin sera.

ART. VIII. Le lavage sera interrompu toutes les fois que, lors des crues de la rivière de la Vingeanne, les eaux menaceront de submerger l'emplacement des bassins de dépôt.

ART. IX. L'impétrant est tenu 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 des minerais, dans le cas où celles ci-dessus prescrites seraient reconnues insuffisantes.

TABLE DES MATIÈRES CONTENUES DANS CE VOLUME.

Géologie et Minéralogie.

NOTICE sur les grottes d'Échenoz et de Fouvent, sises dans le département de la Haute-Saône, et sur les ossemens fossiles qu'elles renferment; par M. <i>Thirria</i> , Ingénieur au Corps royal des Mines.	3
DES formations secondaires qui s'appuient sur les pentes méridionales des montagnes anciennes du centre de la France; par M. <i>Dufrénoy</i> , Ingénieur au Corps royal des Mines; p. 189 et (suite).	365
EXTRAIT d'une lettre adressée à M. <i>L. Cordier</i> , le 15 février 1829, sur les ossemens humains mêlés, dans les cavernes à ossemens de Bize, département de l'Aude, à des débris de mammifères terrestres d'espèces perdues; par M. <i>Marcel de Serres</i>	507
EXTRAIT d'une autre Lettre adressée à M. <i>L. Cordier</i> , le 15 février 1829, sur les ossemens humains mêlés, dans les cavernes de Bize, à des débris de mammifères terrestres d'espèces perdues; par M. <i>Tournal</i> fils, de Narbonne.	515
NOTICE sur les ossemens humains fossiles des cavernes du département du Gard; par M. <i>de Christol</i> , secrétaire de la Société d'histoire naturelle de Montpellier.	517
FORMATION de la tourbe et position des tourbières de Fichtelgebirge.	531
<i>Chimie : Recherches docimastiques ; Analyses de substances minérales.</i>	

CHIMIE. (Extraits de journaux.)

— 1. Extrait d'un mémoire sur le gaz acide carbonique atmosphérique; par M. <i>Th. de Saussure</i>	23
— 2. Nouvelles recherches sur le maximum de densité de l'eau salée; par M. le Dr. <i>Erman</i> fils.	24
— 3. Sur un phénomène extraordinaire concernant l'influence continue qu'exerce le contact de métaux hétérogènes sur leurs propriétés chimiques longtemps après que ce contact a cessé; par M. <i>A. Van-Beek</i> , de l'Institut des Pays-Bas.	ib.

— 4. Extrait d'un mémoire sur la constitution méca-Pag. nique des fluides élastiques; par le prof. P. Prevost.	25
— 5. Note relative à l'influence de la densité sur la chaleur spécifique des gaz; par le même.	33
— 6. Sur la chaleur développée par la combustion; par M. C. Despretz.	34
— 7. Mémoire sur la combustion sous différentes pressions; par le même.	ib.
— 8. Mémoire sur la pyrotechnie; par M. Dolfas Ausset.	35
— 9. Note sur la production du froid artificiel.	ib.
— 10. Nouvelle théorie de la lampe de sûreté.	ib.
— 11. Couleurs que diverses substances communiquent à la flamme du chalumeau; par M. Buzengeiger.	36
— 12. Table des poids atomistiques des corps simples et de leurs oxides, d'après les analyses les plus exac- tes et les plus récentes; par J. Berzelius.	40
— 13. Appareil employé pour analyser les substances simples alimentaires; par M. W. Prout.	47
— 14. Note sur le même sujet; par M. Sérullas.	53
— 15. Description d'un appareil très-simple pour sa- turer d'un gaz et sans perte un liquide quelconque.	54
— 16. Note sur un moyen de recueillir l'air contenant de l'acide carbonique et de l'acide hydrosulfurique.	55
— 17. Observations sur l'alcalinite de l'hydrogène bi- carboné; par M. Robiquet.	ib.
— 18. Sur les bromures et les iodures de carbone.	58
— 19. Moyens de découvrir la présence de l'arsenic dans le soufre; par MM. Geiger et Reimann.	60
— 20. Réduction de l'arsenic, de son sulfure, pour des recherches médico-légales; par M. Berzelius.	ib.
— 21. Sur la réduction de l'arsenic du sulfure d'arse- nic pour des recherches chimiques judiciaires.	61
— 22. Note sur l'iodure d'arsenic; par M. Plisson. Rapport sur cette note; par MM. Sérullas et Hot- tot. Préparation de l'iodure d'arsenic par voie lu- mide et cristallisation de l'iode; par M. Plisson. Second rapport; par MM. Sérullas et Hottot.	62
— 23. Faits relatifs à l'arsenic; par M. Fischer.	63
— 24. Sur le tellure; par M. Fischer.	64
— 25. Note sur un cyanure de soufre solide.	65

— 26. Nouveau composé de chlore et de cyanogène, Pag. ou perchlorure de cyanogène; acide cyanique.	66
— 27. De l'action de l'acide sulfurique sur l'alcool et des produits qui en résultent; par M. Sérullas.	70
— 28. Sur la décomposition de plusieurs chlorures métalliques par le gaz oléfiant; par M. Woehler.	77
— 29. Désoxidation de la teinture de tournesol.	78
— 30. Sur les produits huileux et résineux de la dis- tillation du bois; par M. Berzelius.	ib.
— 31. Nouveau moyen de reconnaître la présence de l'acide nitrique; par M. Just Liebig.	80
— 32. Sur un nouveau degré d'oxidation de l'iode et sur les combinaisons de l'iode avec le carbone.	ib.
— 33. Nouveau procédé pour obtenir du gaz acide hy- driodique en grande quantité et parfaitement pur.	81
— 34. Action du sucre sur l'acide arsénique et sur l'a- cide phosphorique; par M. Elsner.	82
— 35. Réduction de l'acide borique par l'hydrogène.	ib.
— 36. Sur l'acide carbazotique et les carbazotates.	83
— 37. Sur divers composés produits par l'indigo.	87
— 38. Sur la préparation de l'acide gallique.	88
— 39. Sur quelques combinaisons de l'oxide d'azote avec les bases; par M. Hermann-Hess.	ib.
— 40. Sur les hypophosphites; par M. H. Rose.	90
— 41. Sels doubles obtenus par voie sèche.	95
— 42. Sur la découverte de la potasse par l'oxide de nickel, à l'aide du chalumeau; par M. Harkort.	107
— 43. Sur le pyrophore; par M. Gay-Lussac.	ib.
— 44. Essais sur la formation du cyanure de potassium.	109
— 45. Note sur la fabrication du ferrocyanure rouge de potassium; note sur le même sujet.	110
— 46. Nouvelle poudre fulminante; par M. Landgerbe.	111
— 47. Sur un nouveau sulfate de potasse.	ib.
— 48. Analyse d'un sel double que produisent les eaux minérales de Salzhausen; par M. Liebig.	ib.
— 49. Prix remporté par M. Guimet pour la fabrica- tion d'un outremer artificiel.	112
— 50. Sur la préparation de l'outremer artificiel.	ib.
— 51. Sur deux nouveaux phosphates de soude.	114
— 52. Rapport sur une nouvelle variété de borate de soude; par MM. Soubeyran et Pelletier.	ib.
— 53. Sur le sulfate d'ammoniaque.	115

- 54. Sur la lithine ; par le docteur *Kraclovansky*. P. 115
 — 55. Sur la formation artificielle de l'urée. 116
 — 56. Sur la combinaison décolorante du chlore avec les bases ; par *M. Berzelius*. 117
 — 57. Mémoire sur le chlorure de chaux. 128
 — 58. Mémoire sur l'essai du chlorure de chaux par l'hydrochlorate de manganèse ; par *M. Morin*. . . 130
 — 59. Iodure de calcium et de potassium. 133
 — 60. Sur le glucinium et l'yttrium. *ib.*
 — 61. Note sur un moyen de dissoudre les métaux dans les acides et sur la fabrication de quelques sels métalliques ; par *M. Bérard*. 136
 — 62. Sur la décomposition de l'ammoniaque ; par *M. F. Savart*. 137
 — 63. Observations pour servir à l'histoire des iodures métalliques ; par *M. Berthelot*. 139
 — 64. Sur la préparation de l'acide titanique. 141
 — 65. Recherches sur le cérium ; par *M. Mosander*. . 143
 — 66. Décomposition de l'eau par le fer et l'acide carbonique ; par *M. Marshall*. 147
 — 67. Sur les formes cristallines et la composition des sulfates, des séléniates et des chromates. *ib.*
 — 68. Sur le carb. noir de cuivre ; par *M. Gay-Lussac*. 153
 — 69. Observations sur l'action réciproque du sulfure d'antimoine, du carbonate de soude et de potasse par la voie humide ; par *M. Henry fils*. *ib.*
 — 70. Sur l'emploi de l'iodure d'antimoine pour la préparation de l'iodure de potassium. 157
 — 71. Bromures d'arsenic, d'antimoine et de bismuth. *ib.*
 — 72. Note sur la précipitation de quelques sels mercuriels par les métaux ; par *M. Z. Soubeyran*. . . 159
 — 73. De l'action du gaz hydrogène sulfuré sur les dissolutions de mercure ; par *M. H. Rose*. 160
 — 74. Mémoire sur l'action des alcalis et de leurs carbonates sur l'iodure de mercure ; par *M. Berthelot*. 161
 — 75. Faits relatifs à l'histoire chimique de l'argent. 162
 — 76. Sur une combinaison du sel marin avec le chlorure d'argent. 163
 — 77. Pesanteur spécifique des alliages de plomb et d'étain. *ib.*
 — 78. De l'action de la litharge sur les sulfures de bismuth, d'antimoine et d'arsenic ; par *M. Berthier*. 164

- 79. Sur le sulfate de plomb ; par *M. Bischof*. Pag. 167
 — 80. Sur le bromure d'or ; par *M. Lampadius*. . . *ib.*
 — 81. Faits relatifs à l'histoire du palladium. 168
 ANALYSE d'une substance associée à l'amphibole dans les carrières de Saint-Yriex ; par *M. Le Play*, Élève-Ingénieur au Corps royal des Mines. 187
 ANALYSES DE SUBSTANCES MINÉRALES. (Ext. de journaux.)
 — 1. Notice sur la pesanteur spécifique des corps comme caractère minéralogique ; par *M. F.-S. Beudant*. . 275
 — 2. Recherches sur la manière de discuter les analyses chimiques pour parvenir à discerner exactement la composition des minéraux ; par *le même*. . 277
 — 3. Naphtaline résineuse prismatique. 280
 — 4. Observation sur le succin ; par *M. Berzelius*. . *ib.*
 — 5. Analyse d'une poussière tombée le 14 mars 1813, à Idria en Carniole ; par *M. Vauquelin*. 282
 — 6. Note sur le soufre trouvé à Malvezzy, près Narbonne, dans la formation d'eau douce gypseuse. . . 283
 — 7. Sur la présence de l'acide sulfurique libre dans les vapeurs qui s'exhalent des eaux minérales d'Aix, en Savoie ; par *M. Francaeur*. 284
 — 8. Sur la production du sulfate de magnésie dans les eaux minérales ; par *M. C.-G. Gmelin*. 286
 — 9. Composition de deux sources minérales situées dans l'Inde, près de Pinnarkoon et de Loorgootha. . 288
 — 10. Recherches sur les eaux minérales de la Bourboule ; par *M. Lecog*. 289
 — 11. Analyses des cendres de quatre sortes de prèles. 292
 — 12. Sur les cristaux de quartz qu'on trouve dans le marbre de Carrare ; par *M. Reppette*. *ib.*
 — 13. Recherches sur le territoire de Pouzsoles et des Champs phlégréens ; par *M. Thomas Monticelli*. . 293
 — 14. Documents minéralogiques et statistiques sur la Géorgie. 294
 — 15. Composition de différens verres en Russie. . . 295
 — 16. Composition du cristal. 296
 — 17. Sur la murchisonite ; par *M. Levy*. *ib.*
 — 18. Mémoire pour servir à l'avancement de la connaissance des roches volcaniques. 297
 — 19. Analyses de cinq roches diverses. 300
 — 20. Analyse du domite léger du Puy-de-Dôme ; par *M. J. Girardin*. 302

- 21. Note sur une formation de sel marin trouvée le long de la côte du Chili, communiquée par M. *Warden* 303
- 22. Sur la pectolite; par le docteur *Franz de Kobell*. *ib.*
- 23. Analyse d'un dépôt calcaire; par M. *Vauquelin*. 304
- 24. Analyse de la pierre à chaux hydraulique de Matala en Suède; par M. *Pasch*. 305
- 25. Analyse de la wollastonite de Csiklova. *ib.*
- 26. Notice sur la cristallisation de l'augite. 306
- 27. Composition de cinq pyroxènes analysés par M. *H. Rose* et calculés par M. *S. Beudant*. *ib.*
- 28. Analyse de cinq variétés d'amphibole. 307
- 29. Analyse d'un nouveau minéral d'Hoboken. 309
- 30. Sur le schillerspath de la Baste. 310
- 31. Analyse du disthène du Zillerthal. *ib.*
- 32. Mémoire sur un silicate d'alumine considéré sous le rapport chimique, minéralogique et géognostique; par M. *Engelspach Larivière*. *ib.*
- 33. Analyse de la lépidolithe de Kradisko près Rosena en Moravie; par M. le Dr. *Kraclovansky*. 312
- 34. Analyse de trois grenats; par M. *S. Beudant*. *ib.*
- 35. Analyse de trois variétés d'épidote. 313
- 36. Sur la davyne; par M. *W. Haidinger*. 314
- 37. Examen chimique de la glaukolite du lac Baïkel. *ib.*
- 38. Analyse d'un nouveau minéral du Fahlun. 315
- 39. Analyse du schorl noir de Theuerdank près Andréasberg; par M. *Duménil*. 316
- 40. Scorie de fer de Königshutte contenant du titane et du tantale; par M. *Hennesfeld de Greswolde*. *ib.*
- 41. Analyse du fer chromé de Rœraas en Norwège. *ib.*
- 42. Analyse d'un fer natif arsénié. 317
- 43. Notice sur un minéral de fer de Latour-en-Jarrest (Loire); par M. *S.-A. Rabi*. *ib.*
- 44. Analyse de deux minéraux trouvés parmi les galets de mer, à Villers, arrondissement de Pont-l'Évêque, Calvados. 319
- 45. Sur le botryogène de Fahlun. 320
- 46. Analyse du misy du Rammelsberg près de Goslar; par M. *Dumésnil*. 321
- 47. Examen chimique du gruneisenstein d'Ulmann. *ib.*
- 48. Analyse de l'hisingérite; par M. *W. Haidinger*. *ib.*

- 49. Analyse d'un fossile terreux vert de serin, des environs d'Andréasberg; par le Dr. *Dumésnil*. 322
- 50. Description de deux minéraux de cuivre remarquables de Cornouailles. *ib.*
- 51. Analyse de l'érintite de Limerick en Irlande. 323
- 52. Analyse de deux nouvelles espèces minérales composées de sélénium de zinc et de sulfure de mercure; par M. *del Rio*. *ib.*
- 53. Découverte de l'iode dans un minéral de zinc. 324
- 54. Découverte de l'iodure de mercure au Mexique. *ib.*
- 55. Découverte de la bournonite en Auvergne. 325
- 56. De la cristallisation du plomb rouge. *ib.*
- 57. Recherches sur les métaux qui accompagnent le platine, et sur la méthode d'analyser les alliages natifs ou les minerais de platine; par M. *J. Berzelius*. 326
- MÉTHODE pour analyser les minerais de platine et analyse de quelques uns de ces minerais. 345
- NOTICE sur les chauffages des liquides par la vapeur de l'eau; par M. *Gueymard*, Ingénieur au Corps royal des Mines. 353
- ANALYSE de la tourbe et du charbon de tourbe de Voitsumra. 534 et 544
- Minérallurgie; Arts qui en dépendent.*
- NOTE sur un procédé particulier d'affinage, suivi dans le sud de la principauté de Galles; par MM. *Perdonnet*, ancien Élève de l'École polytechnique et de l'École des Mines; et *Léon Coste*, Élève-Ingénieur au Corps royal des Mines. 173
- NOTICE sur le puddlage à la tourbe; par M. *P.-F.-G. A. Oberhüttenmeister*, à Lauchhammer, près Dresde. 177
- TRAITEMENT de la pyrite aurifère du Val Anzasca, en Piémont; par M. *de Villeneuve*, Aspirant au Corps royal des Mines. 181
- DESCRIPTION du procédé que l'on suit à Rothau pour carboniser la tourbe; par M. *Bineau*, Aspirant-Ingénieur au Corps royal des Mines. 211
- NOTICE sur la carbonisation de la tourbe à Crouy-sur-Ourcq; par M. *Chevalier*, Élève-Ingén. des Mines. 223
- MÉMOIRE sur la fabrication de la fonte et du fer en Angleterre; par MM. *Coste* et *Perdonnet*, p. 255 et (suite). 455
- CARBONISATION et usages divers de la tourbe. 537, 538 et 544

Exploitation.

- Sur l'exploitation et le traitement de la pyrite aurifère Pag.
du Val Anzasca, en Piémont; par M. de Villeneuve,
Aspirant au Corps royal des Mines. 181
- EXPLOITATION et emploi de la tourbe dans le Fichtel-
gebirge; par M. Moser. Extrait par M. Bineau,
Aspirant-Ingénieur au Corps royal des Mines. . . . 531

Hydraulique.

- MÉMOIRE sur la conduite des eaux dans des tuyaux
métalliques de forme cylindrique; par M. Gueymard,
Ingénieur au Corps royal des Mines. 435

Ordonnances royales concernant les Mines.

ORDONNANCES rendues pendant:

- 1°. La fin du premier trimestre de 1828. 359
- 2°. Le second trimestre de cette même année. . . 362
et 549

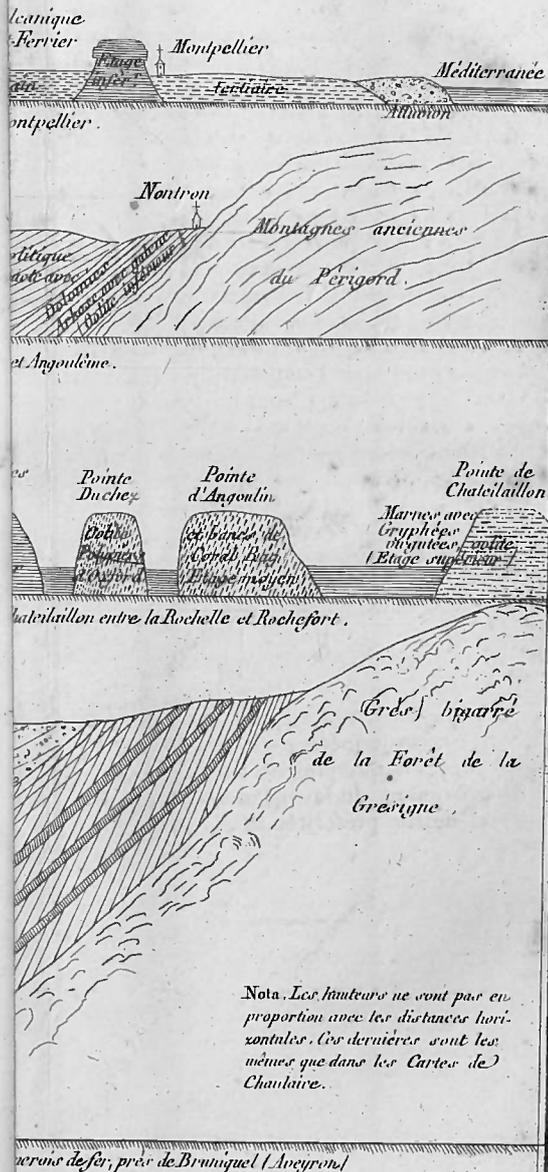
Planches jointes à ce Tome.

- PL. I. Appareil de chimie.
- PL. II. Formes cristallines.
- PL. III. Puddlage à la tourbe.
- PL. IV. Disposition du grès bigarré, des marnes irisées,
du gypse et du lias, dans le sud-ouest de la France.
- PL. V. Carbonisation de la tourbe à Rothau et à
Crouy.
- PL. VI. Carbonisation de la houille et grillage des mi-
néraux en Angleterre.
- PL. VII. Chauffages des liquides par la vapeur de l'eau.
- PL. VIII. Formations jurassiques dans le sud-ouest de
la France.
- PL. IX. Conduite des eaux.
- PL. X. Hauts-fourneaux du Staffordshire et du pays de
Galles.
- PL. XI. Hauts-fourneaux du pays de Galles et de divers
comtés.
- PL. XII. Hauts-fourneaux d'Ecosse.

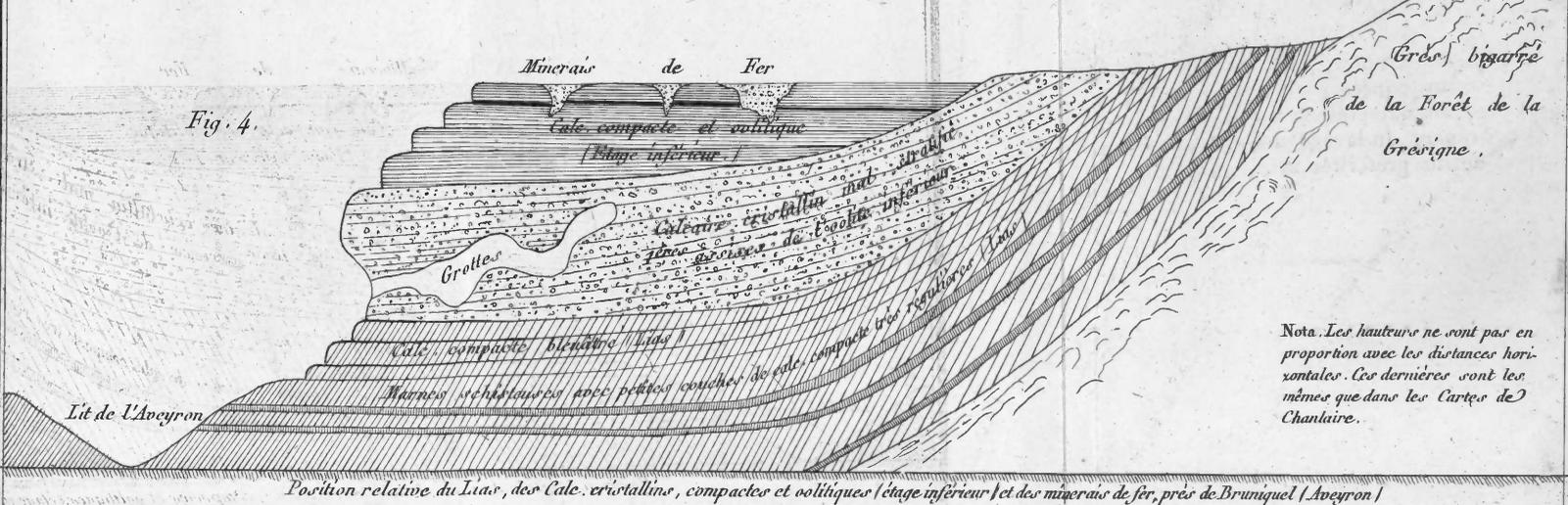
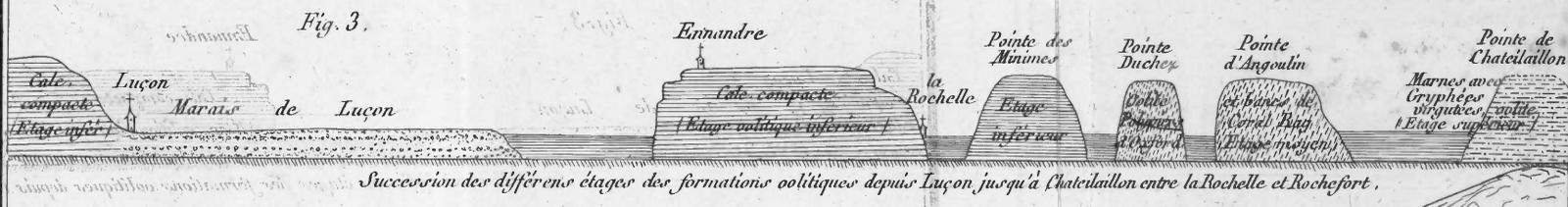
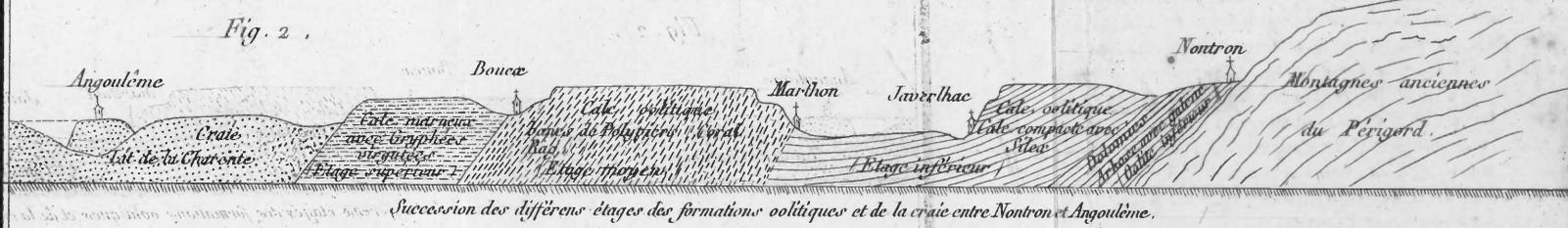
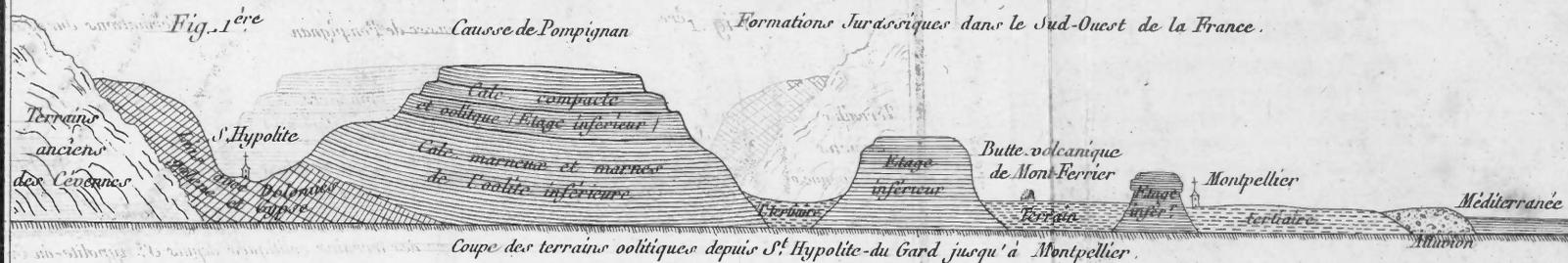
FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

IMPRIMERIE de M^{me}. HUZARD (née VALLAT LA CHAPELLE),
Rue de l'Eperon, n^o. 7.

sud-Ouest de la France.



Nota. Les hauteurs ne sont pas en proportion avec les distances horizontales. Ces dernières sont les mêmes que dans les Cartes de Chaulaire.



Nota. Les hauteurs ne sont pas en proportion avec les distances horizontales. Ces dernières sont les mêmes que dans les Cartes de Chanlaire.

Conduite des eaux.

Fig. 4.

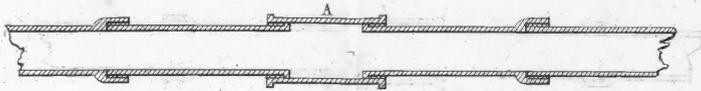


Fig. 3.

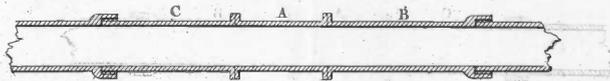


Fig. 6.

$AB = 3200$ mètres = λ
 $BC = H = 0^m 31$
 $FD = x = 5^m 54$
 $ED = \delta$
 $EF = 8^m 143$

$AB = 3200$ mètres = λ
 $BC = H = 0^m 31$
 $FD = x = 5^m 54$
 $ED = \delta$
 $EF = 8^m 143$

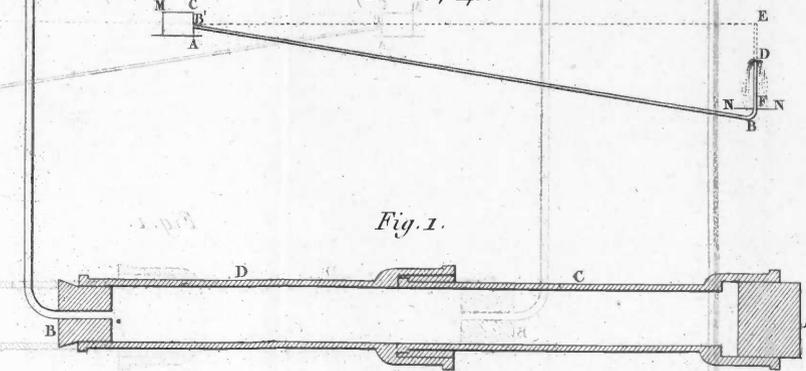


Fig. 1.

Fig. 5.
Élévation.



Plan.

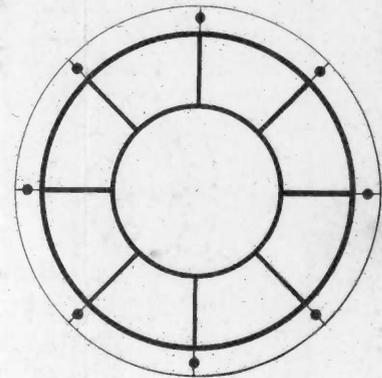


Fig. 2.

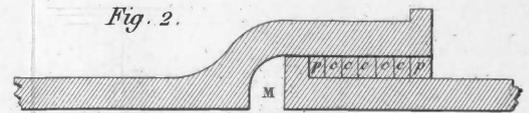
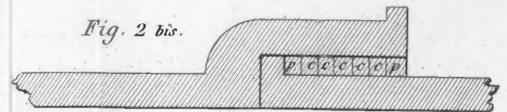
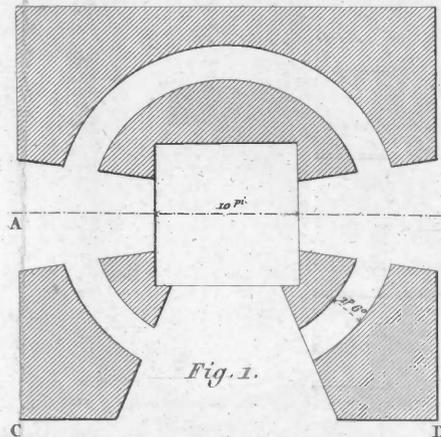
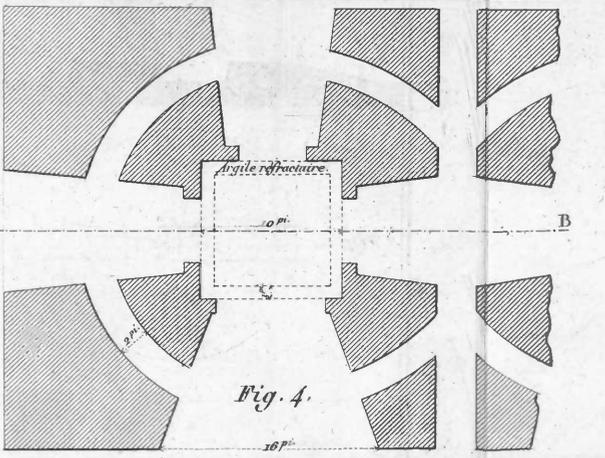
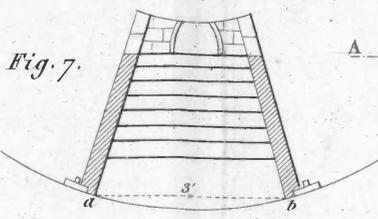
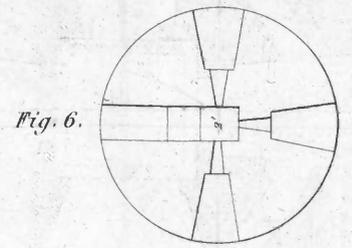
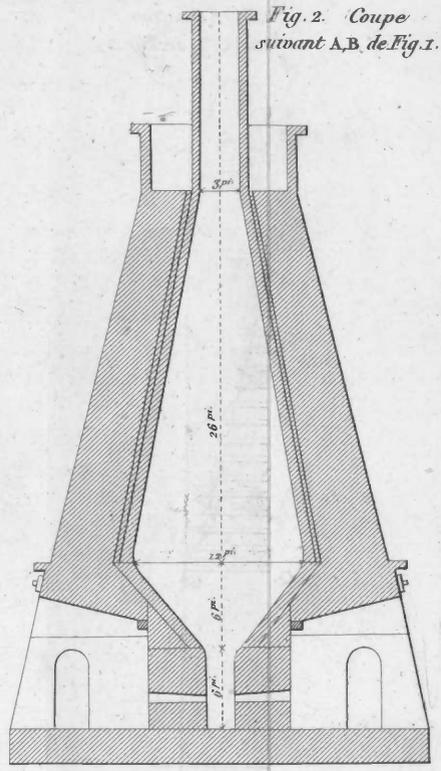
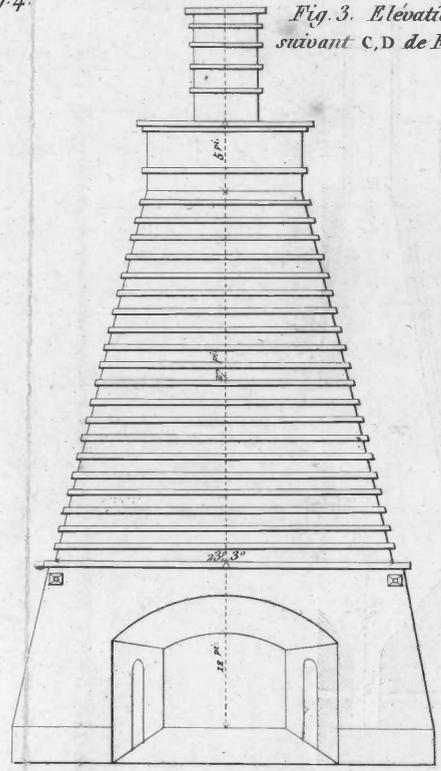
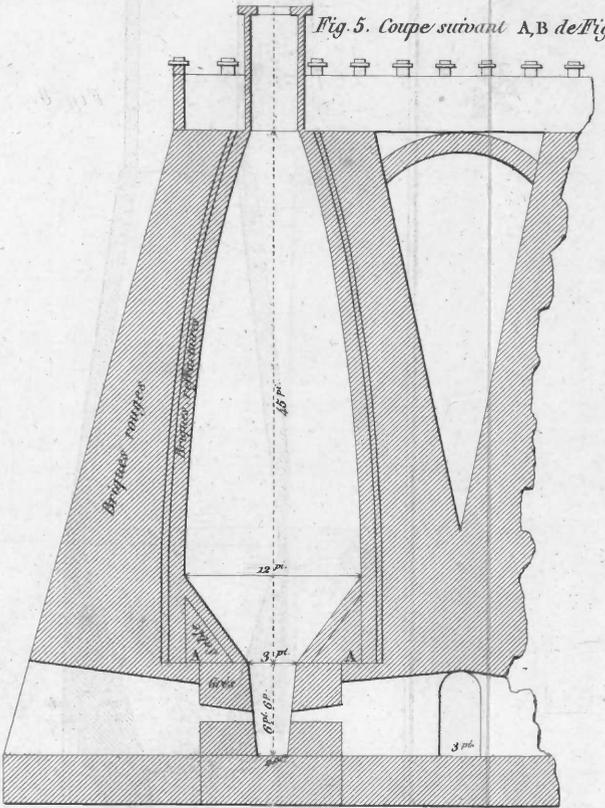
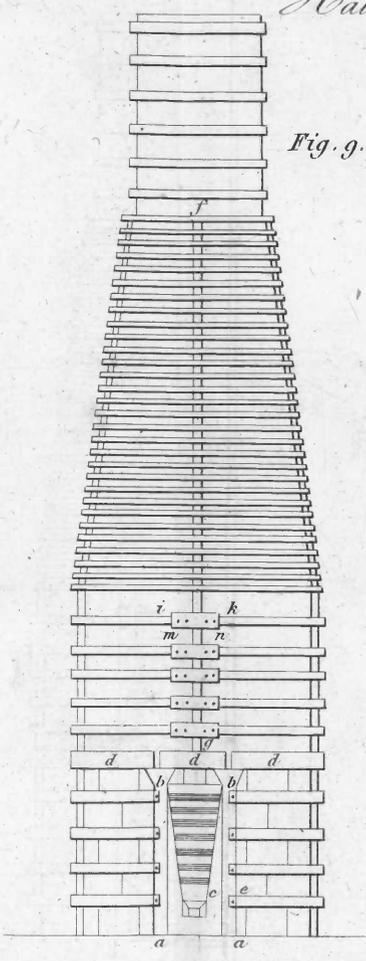
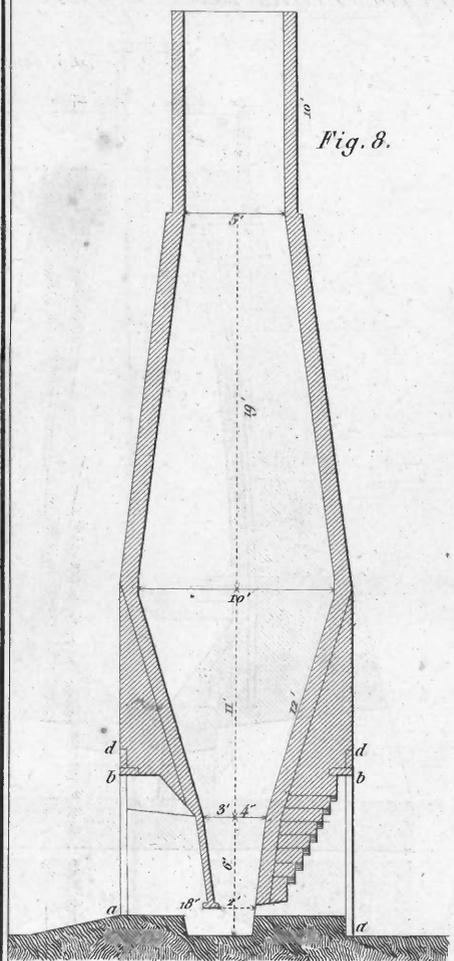


Fig. 2 bis.



Hauts fourneaux du Staffordshire et du Pays de Galles.



Echelle en Pieds anglais, pour les fig. 1, 2, 3, 4 et 5.

Echelle en Metres, pour les fig. 1, 2, 3, 4 et 5.

Echelle pour les fig. 6, 7, 8 et 9.

Echelle pour les fig. 6, 7, 8 et 9.

Hauts fourneaux du pays de Galles et de divers Comtes.

Fig. 1.

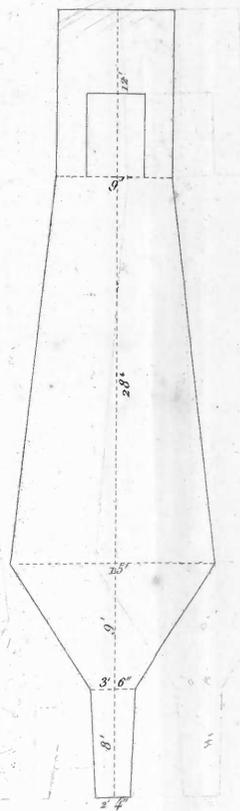


Fig. 2.

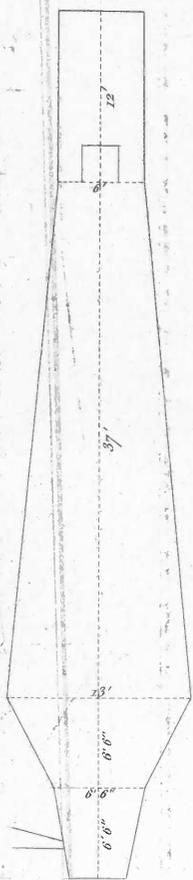


Fig. 3.

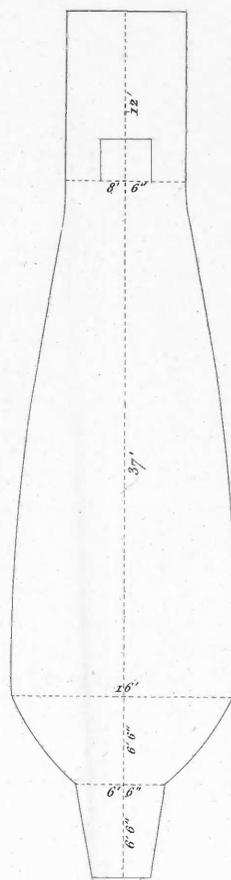


Fig. 4.

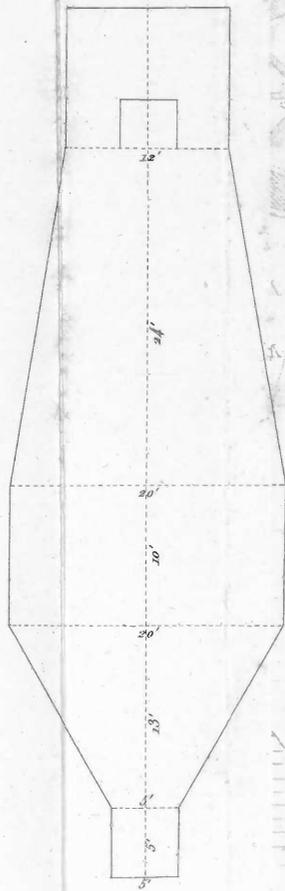


Fig. 5.

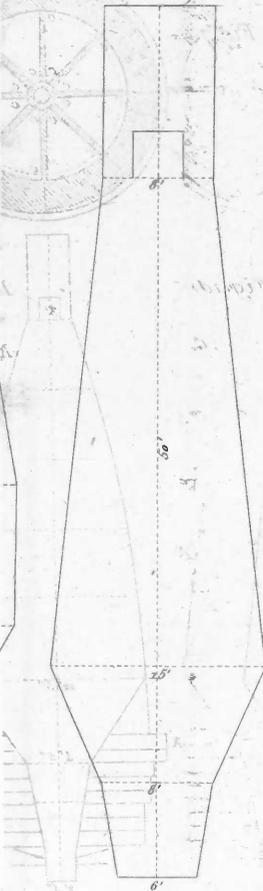


Fig. 6.



Fig. 7.

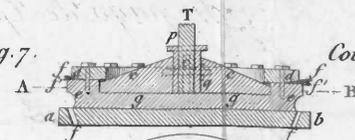


Fig. 7 bis.

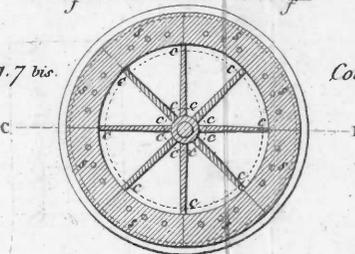


Fig. 10.

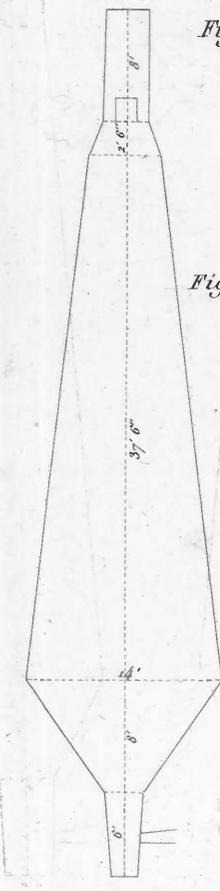


Fig. 8.

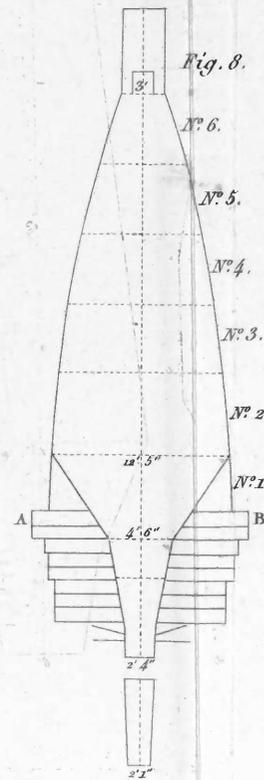
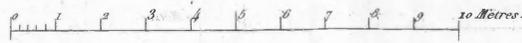
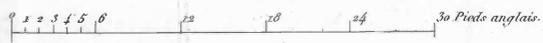
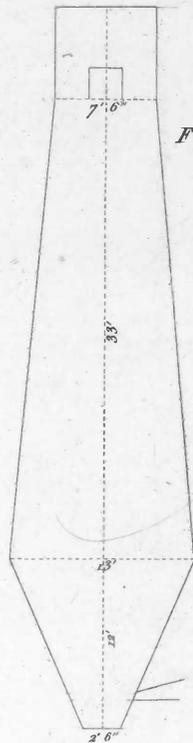
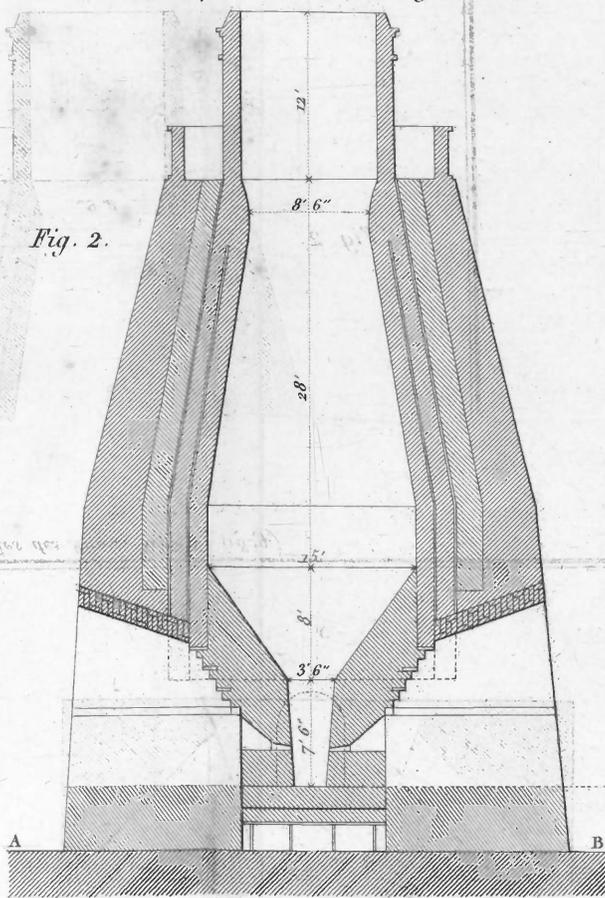


Fig. 9.



Hauts fourneaux d'Ecosse.

Coupe suivant A, B. Fig. 4



Coupe suivant C, D. Fig. 4

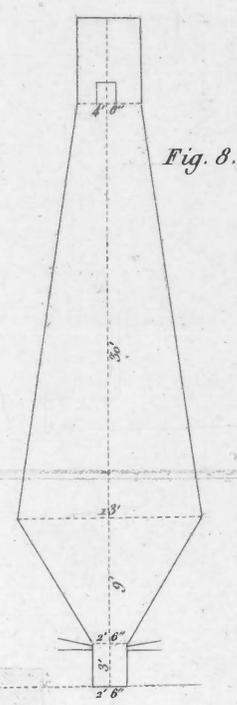
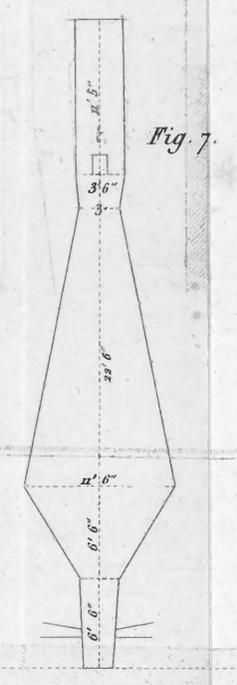
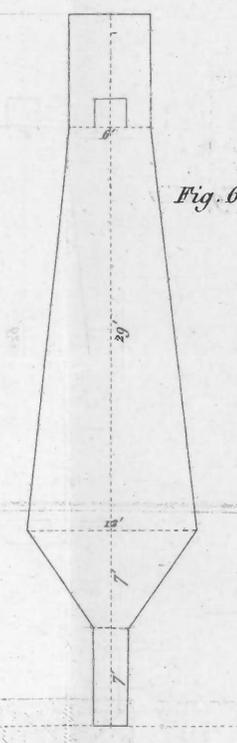
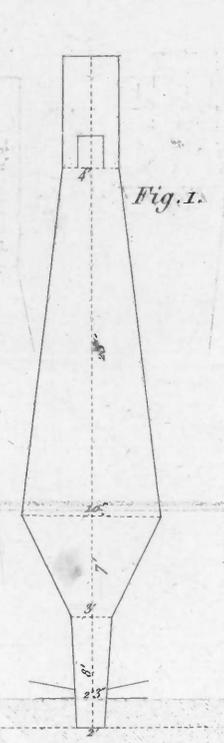
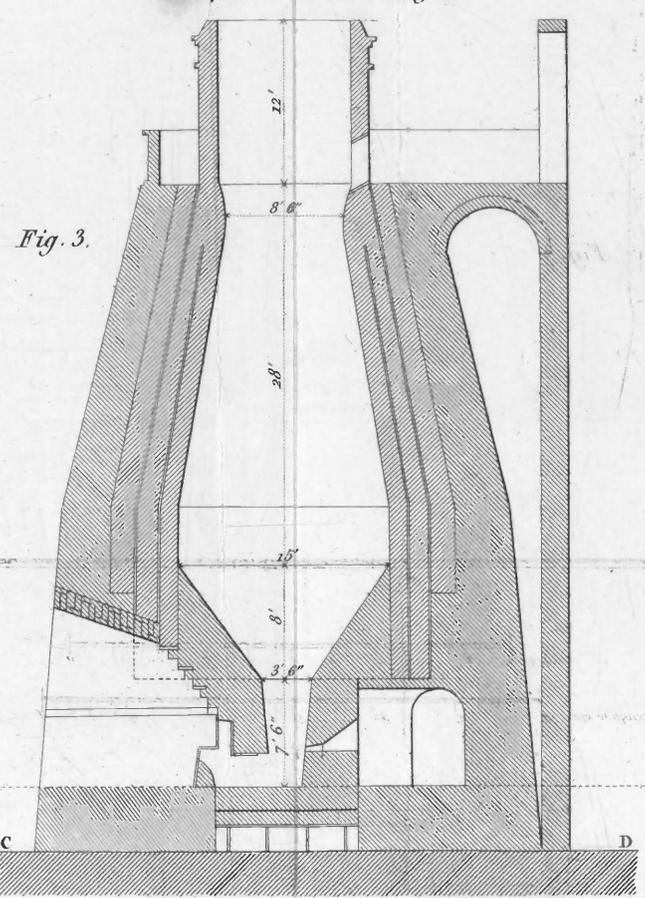
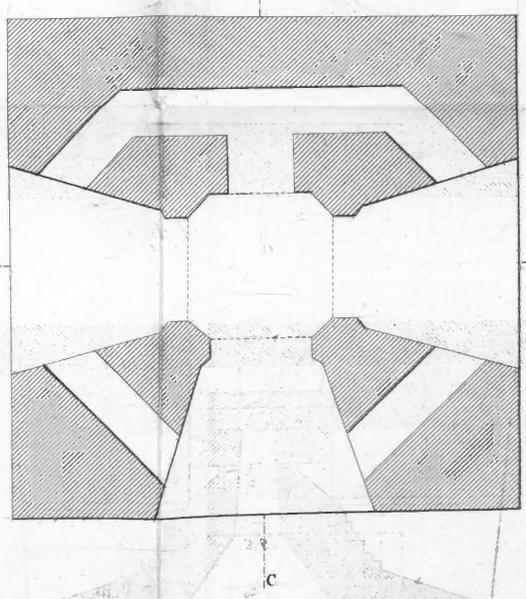


Fig. 4.



Plan au niveau du gueulard.

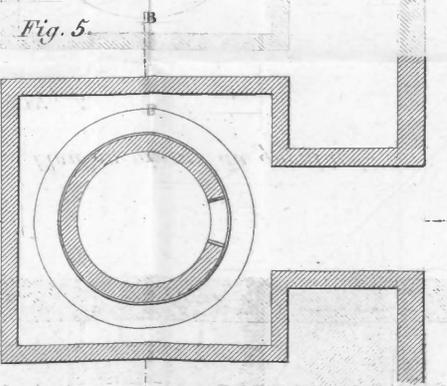


Fig. 11. Plan.

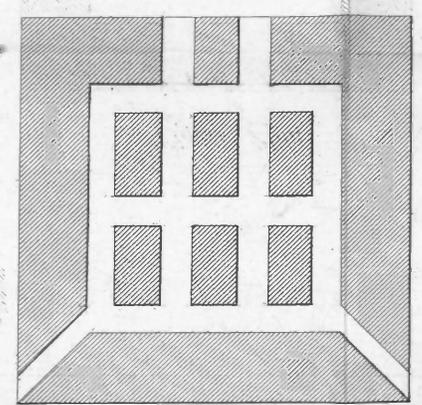


Fig. 10. Plan.

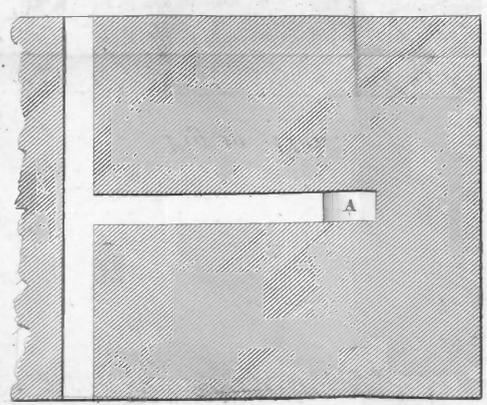


Fig. 9.

