

ANNALES
DES MINES,

OU

RECUEIL

DE MÉMOIRES SUR L'EXPLOITATION DES MINES
ET SUR LES SCIENCES ET LES ARTS QUI S'Y RAPPORTENT ;

RÉDIGÉES

Par les Ingénieurs des Mines,

ET PUBLIÉES

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

TROISIÈME SÉRIE.

TOME XI.

PARIS,
CHEZ CARILIAN-GOEURY, ÉDITEUR-LIBRAIRE,
QUAI DES AUGUSTINS, n° 41.

1837.

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

MM.

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

Brochant de Villiers, inspecteur général, membre de l'Acad. des sciences.

De Bonnard, inspecteur général.

Héricart de Thury, inspect. génér.

Migueron, inspecteur général.

Berthier, inspecteur général, membre de l'Académie des sciences, profess. de chimie.

Lefroy, inspect. génér. adjoint.

Voltz, inspect. génér. adjoint.

Guenyveau, ingénieur en chef, professeur de métallurgie.

Garnier, ingénieur en chef, secrétaire du conseil général.

MM.

Dufrénoy, ingénieur en chef, inspect. des études de l'École des mines, profess. de minéralogie.

Élie de Beaumont, ingén. en chef, membre de l'Académie des sciences, profess. de géologie.

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

De Cheppe, chef de la division des mines.

Le Play, ingénieur, secrétaire de la commission de statistique de l'industrie minière, secrétaire de la commission.

De Boureuille, ingénieur, secrétaire-adjoint de la commission.

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

Avis de l'Éditeur.

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

La publication des *Annales des Mines* a lieu par cahiers ou livraisons qui paraissent tous les deux mois. — Les trois livraisons d'un même semestre forment un volume. — Les deux volumes composant une année contiennent de 60 à 80 feuilles d'impression, et de 18 à 24 planches gravées. — Le prix de la souscription est de 20 fr. par an pour Paris, de 24 fr. pour les départements, et de 28 fr. pour l'étranger.

PARIS. — IMPRIMERIE ET FONDERIE DE FAIN,
RUE RACINE, n° 4, PLACE DE L'ODÉON.

RECHERCHES

Relatives à l'action de la vapeur d'eau à une haute température sur les métaux et sur les sulfures métalliques; essai d'une nouvelle classification des métaux d'après leur degré d'oxidabilité.

Par M. V. REGNAULT, élève-ingénieur des mines.

PREMIÈRE PARTIE.

Action de la vapeur d'eau sur les métaux.

Depuis longtemps on a senti la nécessité de ranger les corps simples d'après un ordre systématique qui rendit plus facile l'étude de leurs propriétés, et mit en évidence leurs rapports mutuels. Pour atteindre ce but, on a proposé divers modes de classification. Suivant les uns, les corps ne sont rangés que d'après une seule de leurs propriétés, un seul de leurs caractères; la classification ne peut être évidemment alors qu'une classification artificielle, mais elle peut être cependant très-utile, si le caractère que l'on a choisi est un des plus importants. L'autre mode de classification, au contraire, considère toutes les propriétés générales des corps, il en embrasse tout l'ensemble; il place les uns à côté des autres, les corps qui se rapprochent par le plus grand nombre de leurs caractères et par les caractères les

plus importants. C'est la classification par familles naturelles, dont M. Ampère a posé les bases d'une manière si brillante dans son *Essai sur la classification naturelle des corps simples* (*Annales de chimie et de physique*, t. I et II). Cette dernière méthode est certainement la seule philosophique, mais elle présente de grandes difficultés dans l'exécution ; pour l'établir d'une manière un peu stable, il faudrait que la science fût arrivée à un degré de perfection dont elle est encore loin aujourd'hui.

Parmi les classifications artificielles qui ont été proposées, les plus remarquables sont celle de M. Berzélius et celle de M. Thenard.

M. Berzélius range les corps simples dans l'ordre de leurs intensités électriques, il les divise d'abord en deux grandes classes, en *électro-positifs* et en *électro-négatifs*. Les premiers sont ceux qui, en présence des corps de la seconde classe, prennent toujours l'électricité positive ; leurs oxides se comportent avec ceux des corps de la seconde classe comme des bases salifiables avec des acides.

L'oxygène étant de tous les corps simples le plus électro-négatif, si l'on prend ce corps comme point de départ, et si l'on place à sa suite tous les autres corps simples dans l'ordre de leur énergie électro-négative décroissante, c'est-à-dire de manière à ce que chaque corps soit positif par rapport à celui qui le précède, et négatif par rapport à celui qui le suit, on obtient une série qui semblerait au premier abord devoir être l'inverse de celle que l'on obtiendrait en rangeant les corps d'après leur affinité pour l'oxygène. Il n'en est cependant pas ainsi, comme M. Berzélius l'a fait

remarquer depuis longtemps, car beaucoup de corps très-électro-négatifs sont capables dans certaines circonstances d'enlever l'oxygène à des corps beaucoup plus électro-positifs qu'eux. Il est d'ailleurs fort difficile de déterminer avec précision la place que chaque corps simple doit occuper d'après cette propriété, car l'intensité électrique des corps varie suivant une foule de circonstances, suivant la température, la conductibilité des substances, etc., etc. On peut en dire autant de l'affinité des corps pour l'oxygène.

M. Thenard divise d'abord les corps simples en *métalloïdes* et en *métaux proprement dits*.

La distinction de ces deux classes est fort difficile à établir, on peut même assurer que dans l'état actuel de la science elle est devenue impossible ; la seule chose que l'on puisse encore dire, c'est que les métaux jouissent de la propriété de former avec l'oxygène des combinaisons qui jouent le rôle de bases en présence des acides, tandis que les combinaisons que les métalloïdes forment avec l'oxygène ne jouent jamais le rôle de bases.

M. Thenard divise ensuite les métaux en plusieurs sections d'après leur degré d'affinité pour l'oxygène, et pour effectuer cette classification il s'est réglé, 1° sur la manière dont les différents métaux se comportent avec l'oxygène gazeux à une haute température ; 2° sur la facilité plus ou moins grande que l'on rencontre à ramener leurs oxides à l'état métallique ; 3° enfin sur l'action décomposante qu'ils exercent sur l'eau à une température plus ou moins élevée. D'après ces considérations, M. Thenard divise les métaux en six sections, qui sont les suivantes :

pandu, celui qui joue le plus grand rôle dans les phénomènes chimiques; mais encore parce que c'est celui dont les réactions par rapport aux autres corps ont été étudiées jusqu'ici de la manière la plus complète. Il est fâcheux seulement que ce principe conduise à mettre l'une à côté de l'autre des substances très-dissemblables, et à éloigner, au contraire, celles qui présentent le plus d'analogie dans l'ensemble de leurs propriétés, même dans celles qui paraissent dépendre immédiatement de leur affinité pour l'oxygène. Ainsi, pour ne citer que quelques exemples, l'étain est placé à côté du fer, du cobalt et du nickel, et cependant l'étain ne présente pas la moindre analogie avec ces derniers métaux. Au contraire, l'étain et le titane, qui présentent dans leurs propriétés générales tant de ressemblance que ce qui s'applique à l'un de ces métaux peut se répéter presque sans changement pour l'autre, sont placés très-loin l'un de l'autre et dans des classes différentes, parce que le premier décompose la vapeur d'eau, tandis que le second est regardé comme ne la décomposant pas. Le cérium, qui présente tant d'analogie avec le manganèse et même avec l'yttrium, ne se trouve placé que dans la quatrième section; cependant ce métal a certainement une bien plus grande affinité pour l'oxygène que les métaux de la troisième section, car on éprouve la plus grande difficulté pour réduire ses oxides; mais comme il ne décompose pas la vapeur d'eau, on est obligé de le mettre dans la quatrième section.

Toutes les anomalies que l'on rencontre dans cette classification tiennent aux différences du mode d'action des métaux sur l'eau. Or, si l'on

cherche d'après quelles expériences ont été établies ces différences, on voit qu'elles sont très-rares et que même, pour la plupart des métaux, elles manquent entièrement. Ces considérations n'ont conduit à faire quelques expériences relatives à l'action des métaux sur la vapeur d'eau, dans l'espoir de parvenir à établir une classification des métaux par ordre d'affinité pour l'oxygène plus en harmonie avec leurs autres propriétés.

Voici de quelle manière ces expériences ont été exécutées.

Je me suis servi de tubes en porcelaine vernissés intérieurement, de 20 pouces de long et de 5 à 6 lignes de diamètre intérieur. Le métal était distribué suivant une certaine longueur, dans l'intérieur de ce tube, lequel était chauffé dans un fourneau à réverbère allongé. A l'une des extrémités était adapté un tube abducteur qui conduisait les gaz dans une cloche placée sur la cuve à eau, l'autre extrémité était mise en communication au moyen d'un tube recourbé avec un ballon plein d'eau que l'on chauffait sur un petit fourneau particulier.

Quand le métal décomposait l'eau avec une certaine énergie, le résultat n'était pas douteux et l'opération était facile à conduire. On commençait par mettre l'eau en ébullition dans le ballon et l'on échauffait ensuite successivement le tube qui n'arrivait pas au rouge sombre avant que tout l'air n'eût été chassé. On modérait ensuite convenablement le courant de vapeur et l'on continuait l'opération jusqu'à ce que le dégagement de gaz eût entièrement cessé. On retirait alors les charbons du fourneau à réverbère

et on laissait le tube refroidir complètement, en maintenant le courant de vapeur. La matière retirée du tube était séchée à l'air, quand elle avait été mouillée par l'eau condensée, puis soumise à l'analyse. Très-souvent on ne pouvait pas parvenir à oxider complètement le métal dans une seule opération, même en faisant durer celle-ci 11 ou 12 heures; dans ce cas la matière était broyée de nouveau et soumise à une seconde opération, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'il n'y eût plus de dégagement d'hydrogène dans une nouvelle expérience.

Mais quand le métal ne décompose l'eau que très-faiblement, alors l'expérience est beaucoup plus difficile à conduire, et il se présente des causes d'erreur quelquefois très-difficiles à éviter. D'abord, comme l'appareil n'est presque entièrement rempli que de vapeur d'eau, on est obligé de forcer beaucoup l'ébullition de l'eau pour éviter l'absorption. Ce courant très-rapide de vapeur dans le tube de porcelaine produit, quand les bouchons ne ferment pas très-bien ou qu'ils sont un peu poreux, une aspiration notable de l'air extérieur dans l'intérieur du tube, de sorte que d'un côté le métal s'oxide par l'oxygène de l'air, et d'un autre côté il se dégage du gaz dans la cloche: ce qui peut induire en erreur sur le résultat de l'expérience. Cet effet de la trompe est très-difficile à éviter, même quand on emploie des bouchons bien choisis, car ceux-ci se dessèchent et se calcinent par la chaleur, et deviennent à la longue un peu perméables aux gaz, lors même qu'ils fermaient hermétiquement au commencement de l'expérience. Il y a encore une autre circonstance qui peut induire en erreur, c'est que

les bouchons, en se calcinant par la chaleur, subissent une décomposition partielle, et donnent alors eux-mêmes des gaz qui, à certaines époques, peuvent être inflammables. J'ai eu soin, toutes les fois qu'il pouvait y avoir incertitude, d'analyser le gaz recueilli dans l'eudiomètre à eau, et de m'assurer qu'il n'était pas mélangé de gaz carburés.

J'aurai toujours soin de décrire dans ce qui suivra la manière dont chaque métal soumis à l'expérience a été préparé, afin qu'on ne puisse pas avoir de doute sur sa pureté; cela est surtout nécessaire pour les métaux qui n'ont donné que de petites quantités de gaz hydrogène, parce qu'on pourrait être tenté d'attribuer celles-ci à la présence de quelques traces de métaux étrangers.

La plupart des métaux sur lesquels j'ai expérimenté étaient préparés en réduisant leurs oxides par le gaz hydrogène. Or, dans ce cas, beaucoup d'entre eux sont pyrophoriques, et absorbaient de l'oxygène pendant leur translation dans le tube de porcelaine. Pour éviter cela, j'opérais la réduction de l'oxide dans le tube de porcelaine même où devait se faire ensuite l'expérience par la vapeur d'eau; l'appareil précédent était alors modifié de la manière suivante: le bouchon du générateur de vapeur était percé de deux trous, dans l'un était adapté le tube qui conduisait la vapeur d'eau dans le tube de porcelaine, et dans l'autre s'engageait un tube recourbé qui descendait presque jusqu'au fond du ballon. Ce tube était mis en communication au moyen d'un tube de caoutchouc avec un appareil dégageant du gaz hydrogène. On commençait d'abord par dégager ce dernier gaz, et quand l'air était entièrement

chassé de l'appareil, on chauffait successivement le tube de porcelaine jusqu'à une forte chaleur rouge. Quand on avait lieu de croire que l'oxide était depuis longtemps complètement réduit, on arrêtait le courant de gaz hydrogène, on fermait au chalumeau le tube qui conduisait ce gaz dans le ballon plein d'eau, puis on chauffait celle-ci jusqu'à l'ébullition : on ne commençait à recueillir le gaz que quand l'hydrogène qui remplissait auparavant l'appareil avait été nécessairement chassé par le courant prolongé de vapeur d'eau.

Métaux de la première et de la seconde section.

Il est bien établi que les métaux de la première section décomposent l'eau même à la température de 0°. Quant à ceux de la seconde section, ils ne paraissent pas agir à une température aussi basse; leur action décomposante ne commence, à ce qu'il paraît, que vers le point d'ébullition de l'eau, et quelquefois au-dessus; mais toujours bien au-dessous de la chaleur rouge. Peut-être ne serait-il pas inutile de déterminer un peu exactement la température à laquelle chacun de ces métaux commence à décomposer l'eau; je n'ai pas pu faire cette recherche, n'ayant pas ces métaux ni même leurs oxides à ma disposition.

Métaux de la troisième section.

Fer.

On sait depuis longtemps que le fer décompose la vapeur d'eau à la chaleur rouge. Cette décomposition a été étudiée avec beaucoup de soin par M. Gay-Lussac, qui a fait voir (*Annales de chi-*

mie et de physique, t. I) que dans cette expérience il se formait un oxide particulier, l'oxide magnétique FF. Ce résultat paraissait très-bien établi; cependant, dans ces derniers temps, M. Halldat a décrit, dans les *Annales de chimie et de physique*, t. XLVI, une expérience dans laquelle il prétend avoir obtenu pour résultat du peroxide de fer, et même du peroxide parfaitement cristallisé. Ces cristaux présentaient, selon lui, exactement le même éclat et la même forme que le fer oligiste de Framont et de l'île d'Elbe. Ce résultat paraissait bien peu probable; cependant, pour qu'il ne restât aucune incertitude sur cet objet, j'ai répété l'expérience de M. Halldat. Un faisceau de gros fils de fer bien décapés de 1 $\frac{1}{2}$ ligne de diamètre, et reliés entre eux par un fil de clavecin, a été chauffé pendant environ sept heures dans un courant de vapeur d'eau; il s'est dégagé une quantité considérable de gaz hydrogène. Le tube étant refroidi, on a retiré le faisceau qui présentait à la surface des fils de fer une foule de petits cristaux extrêmement brillants, et offrant le même éclat que le fer oligiste naturel. Ces cristaux étaient assez gros pour qu'on pût les distinguer parfaitement avec une loupe un peu forte. Le fil de clavecin était complètement oxidé; broyé dans un mortier d'agate, il a donné une poudre noire fortement magnétique, et qui par conséquent ne pouvait pas être du peroxide de fer. D'ailleurs, les cristaux examinés au microscope ont présenté une forme bien différente de celle du fer oligiste de Framont et de l'île d'Elbe: en effet, ce dernier se présente sous la forme de rhomboèdres très-aplatés, plus ou moins modifiés,

tandis que les cristaux que j'avais obtenus par la vapeur d'eau étaient de petits octaèdres réguliers très-bien déterminés. Cette dernière forme est, comme l'on sait, celle de l'oxide magnétique naturel, du fer oxidulé des minéralogistes.

Ayant répété la même opération sur des petites lames de tôle bien décapées, j'ai obtenu des cristaux qui avaient plus d'un millimètre de diamètre, mais ils étaient moins réguliers; au lieu de présenter des octaèdres, ils formaient une cristallisation en trémie, comme celle qu'affecte souvent le sel marin; la présence des angles droits démontre d'ailleurs encore dans ce cas que les cristaux appartiennent au système régulier.

Cette expérience prouve en même temps que l'oxidation du fer par la vapeur d'eau présente une limite bien stable, puisqu'elle passe immédiatement à cette limite, et que l'oxide magnétique produit vient cristalliser à la surface du fer métallique en excès. Pour qu'il ne restât pas de doutes sur cette limite, j'ai voulu m'assurer qu'un oxide inférieur de fer, préalablement fortement chauffé, tel que l'oxide des battitures, pouvait encore décomposer la vapeur d'eau et passer à un degré supérieur d'oxidation. J'ai choisi pour cela des battitures minces provenant d'un fer de bonne qualité. Ces battitures ont été réduites en poudre fine, puis chauffées dans le tube de porcelaine au milieu du courant de vapeur d'eau; il s'est dégagé une quantité considérable de gaz hydrogène. La matière porphyrisée de nouveau, puis chauffée une seconde fois dans un courant de vapeur d'eau, a donné encore une certaine quantité de gaz. Une troisième opération n'a plus donné de dégagement, l'oxidation était parvenue

à son terme: la matière était devenue d'un noir velouté; on l'a soumise à l'analyse. Pour cela, la poudre bien porphyrisée a été traitée par l'acide hydrochlorique bouillant, on a continué l'ébullition de la liqueur jusqu'à ce que, après dissolution complète de la matière, la plus grande partie de l'acide en excès eût été évaporée; on a alors repris par de l'eau bouillie, on a séparé un peu de silice et de fragments de porcelaine, puis on a précipité goutte à goutte avec du carbonate d'ammoniaque, jusqu'à décoloration de la liqueur, en évitant le contact de l'air, et opérant aussi rapidement que possible.

1^{er},900 de matière, traités de cette manière, ont donné 0,009 de résidu insoluble, et 1,290 de peroxide de fer. On déduit de là pour la composition de la matière :

Résidu insoluble.	0,48
Peroxide de fer	67,90
Protoxide.	31,62
	<hr/>
	100

Cette composition s'accorde avec celle de l'oxide magnétique, qui est :

1 at. peroxide de fer.	69,04
protoxide.	30,99
	<hr/>
	100

Manganèse.

On admet que le manganèse décompose facilement la vapeur d'eau à la chaleur rouge, mais cette décomposition commence à une température bien plus basse, car elle a lieu déjà à la tem-

pérature ordinaire. Si l'on verse de l'eau froide sur du manganèse fondu à la forge, puis réduit en poudre, on voit se dégager immédiatement des petites bulles de gaz qui présentent l'odeur qui accompagne ordinairement l'hydrogène provenant de la décomposition de l'eau, en présence de l'acide sulfurique, par les métaux un peu carburés, comme le fer et le zinc du commerce. Mais si l'on chauffe, l'effervescence devient extrêmement vive, même bien au-dessous de l'ébullition de l'eau. Si l'on évite le contact de l'air et que l'on maintienne l'eau chaude jusqu'à ce qu'il n'y ait plus dégagement de gaz, alors le métal se change complètement en une poudre d'un gris jaunâtre, qui absorbe rapidement l'oxygène au contact de l'air, en devenant d'un brun foncé. Cette difficulté de recueillir l'oxide produit, m'a empêché de décider si c'était un hydrate de protoxide ou d'un oxide supérieur. Ce qu'il y a de certain, c'est que le protoxide de manganèse fortement calciné, tel que celui que l'on obtient en chauffant dans un creuset brasqué du peroxide de manganèse à 150° pyrom., ne décompose pas l'eau à la température de l'ébullition; mais si on le chauffe dans un tube de porcelaine au milieu d'un courant de vapeur d'eau, alors on remarque un dégagement très-abondant de gaz hydrogène, et la matière devient d'un rouge foncé; c'est évidemment de l'oxide rouge.

Le manganèse devrait d'après cela être placé dans la deuxième section.

Zinc.

Le zinc décompose facilement la vapeur d'eau à la chaleur rouge. Quand on chauffe très-forte-

ment le tube de porcelaine qui renferme le métal, alors le zinc s'oxide à mesure qu'il se volatilise, et les parois du tube se recouvrent de petits cristaux brillants, vitreux, de protoxide de zinc. Quand on chauffe moins, les gouttelettes de métal se recouvrent elles-mêmes de fort jolis petits cristaux d'oxide. Ces cristaux sont assez difficiles à déterminer au microscope, à cause de leur grande transparence; ils sont tout à fait semblables à ceux que l'on rencontre quelquefois dans les fourneaux où l'on fond des galènes blendifères (1).

Cadmium.

Quand on chauffe le cadmium métallique dans un courant de vapeur d'eau, le métal se volatilise à une température inférieure à celle à laquelle il peut décomposer l'eau; mais, si l'on s'arrange de manière à ce que le métal en vapeur

(1) On admet généralement que l'oxalate de zinc calciné en vase clos donne un oxide particulier de zinc, un suboxide. J'ai cherché vainement à préparer ce suboxide par ce moyen. De l'oxalate de zinc a été chauffé à la lampe dans un tube fermé communiquant avec une cloche placée sur le mercure. Le gaz présentait la composition suivante :

Acide carbonique.	51,5
Oxide de carbone.	48,5

100

c'est-à-dire à peu près volumes égaux.

Après calcination, la matière était d'un blanc légèrement jaunâtre; elle n'a pas augmenté de poids par le grillage à l'air. Ainsi il est évident d'après cela que l'oxalate de zinc ne donne pas par la calcination en vase clos du suboxide de zinc, mais bien du protoxide.

soit obligé de passer mélangé avec la vapeur d'eau, à travers un espace un peu long et fortement chauffé, alors la décomposition de l'eau se fait très-bien, et le métal se change en oxide.

Cobalt.

Le cobalt que l'on a soumis à l'expérience a été préparé en réduisant de l'oxide de cobalt bien pur par le gaz hydrogène. Cette réduction a été faite dans le tube de porcelaine même où l'on devait faire passer ensuite la vapeur d'eau, au moyen de la disposition décrite plus haut. Le dégagement du gaz hydrogène a été très-abondant; on a chauffé deux fois de suite la matière dans le courant de vapeur d'eau avant d'avoir achevé l'oxidation. La matière était devenue d'un brun noisette.

I. 1,368 réduits par le gaz hydrogène ont donné 1,111 de cobalt métallique, qui, dissous par un acide, a laissé 0,013 de résidu insoluble.

II. 1,169 ont donné de la même manière 0,940 de métal.

On déduit de là :

	I.	II.
Résidu insoluble.	0,95	0,95
Oxygène.	18,79	19,60
Cobalt métallique.	80,26	79,45
	<hr/>	<hr/>
	100	100

La composition du protoxide de cobalt est :

Oxygène.	21,32
Cobalt.	78,68
	<hr/>
	100

Ainsi le cobalt chauffé dans la vapeur d'eau se change en protoxide.

Nickel.

Le nickel a été préparé en décomposant de l'oxide bien pur par le gaz hydrogène. Ce métal décompose également la vapeur d'eau à la chaleur rouge, mais avec moins d'énergie que les métaux précédents. Au bout de trois opérations successives, il s'est changé en une matière d'un vert olive clair; mais il présentait encore çà et là quelques points attirables au barreau aimanté, ce qui annonçait encore la présence de quelques points métalliques.

1,117 de cette matière oxidée réduits par l'hydrogène ont donné 0,915 de nickel métallique, et celui-ci dissous dans un acide a laissé 0,012 de résidu insoluble; on déduit de là :

Résidu insoluble.	1,07
Oxygène.	18,09
Nickel.	80,84
	<hr/>
	100

La composition du protoxide de nickel est :

Oxygène.	21,29
Nickel.	78,71
	<hr/>
	100

Ce résultat suffit pour faire voir que le nickel se change en protoxide dans la vapeur d'eau.

Dans une autre expérience, j'ai chauffé du nickel métallique laminé au milieu du courant de vapeur d'eau pour voir si je ne parviendrais pas à obtenir de cette manière de l'oxide cristallisé;

J'en ai obtenu en effet : les lames de nickel après l'opération étaient recouvertes de très-petits cristaux; mais il était impossible de distinguer leur forme, même au microscope, à cause du peu d'éclat de leurs facettes.

Étain.

On sait que l'étain décompose la vapeur d'eau à la chaleur rouge; mais, suivant quelques auteurs, le métal se change en protoxide; suivant d'autres, il se change en peroxide. Pour décider la question, j'ai chauffé dans un tube de porcelaine, au milieu de la vapeur d'eau, du protoxide d'étain préparé par le procédé ordinaire : la décomposition de l'eau a été très-active, et au bout de deux heures le dégagement de gaz avait entièrement cessé, le protoxide noir s'était changé complètement en une poussière d'un beau blanc qui n'a pas augmenté de poids par le grillage à l'air. Ainsi l'étain métallique chauffé dans la vapeur d'eau se change en acide stannique.

On admet généralement que l'étain décompose la vapeur d'eau avec moins d'énergie que le fer et le zinc : cela est vrai, en effet; mais cela ne tient pas à une moindre affinité pour l'oxygène, mais bien à ce que l'étain fondu présente très-peu de surface. Le protoxide d'étain décompose certainement l'eau avec plus d'énergie que le fer métallique, même le plus divisé.

Métaux de la quatrième section.

Les métaux de la quatrième section sont ceux qui ne décomposent l'eau à aucune température.

On va voir qu'un grand nombre de ces métaux décomposent la vapeur d'eau à la chaleur rouge, au moins avec autant d'énergie que ceux de la troisième section.

Titane.

Le titane que j'ai employé pour mon expérience était en petits grains cristallins rouges extrêmement brillants. Chauffé dans le courant de vapeur d'eau, il a donné un dégagement très-vif de gaz hydrogène qui s'est complètement arrêté au bout de trois ou quatre heures. La matière était devenue d'un blanc jaunâtre, couleur habituelle de l'acide titanique; elle n'a pas augmenté de poids par le grillage. Ainsi le titane métallique décompose la vapeur d'eau à la chaleur rouge avec une grande énergie et se change en acide titanique.

Tantale ou colombium.

N'ayant pas ce métal à ma disposition, je n'ai pas pu m'assurer s'il décomposait l'eau; mais sa grande ressemblance avec le titane fait présumer que dans cette circonstance il se comporte d'une manière à peu près semblable.

Cérium.

Je n'ai pas non plus fait d'expériences sur le cérium; mais on admet généralement que ce métal décompose l'eau même au-dessous de 100°. Ainsi il devrait être placé dans la seconde section,

ce qui s'accorde au reste avec l'analogie que ce métal présente avec l'yttrium et le manganèse.

Tungstène.

On a chauffé du tungstate d'ammoniaque bien pur dans un tube de porcelaine, d'abord au milieu d'un courant de gaz hydrogène, puis immédiatement après dans un courant de vapeur d'eau. Pendant cette seconde période de l'opération, il s'est dégagé du gaz hydrogène en grande abondance. Au bout de quelques heures, le dégagement de gaz s'est arrêté; la matière retirée du tube était d'un jaune verdâtre, couleur que présente ordinairement l'acide tungstique, quand il a été fortement chauffé. Cette matière n'a pas augmenté de poids par le grillage à l'air et se dissolvait facilement dans l'ammoniaque.

Ainsi le tungstène décompose très-bien la vapeur d'eau et se change en acide tungstique.

Molybdène.

Du molybdate d'ammoniaque a été traité dans le tube de porcelaine exactement comme le tungstate dans l'expérience précédente; il s'est encore dégagé une grande quantité de gaz hydrogène, mais au bout de six heures le dégagement n'avait pas encore entièrement cessé; on a été obligé d'arrêter l'opération. La partie antérieure du tube était complètement obstruée par une cristallisation d'acide molybdique, en petites paillettes blanches très-brillantes; mais, dans la partie du tube occupée avant l'opération par le molybdate d'ammoniaque, il restait encore une certaine quantité de matière d'un bleu intense qui n'avait pu passer à

l'état d'acide molybdique. Il faut conclure de cette expérience que le molybdène chauffé dans la vapeur d'eau décompose celle-ci avec beaucoup d'énergie, se change d'abord en oxide bleu, puis en acide molybdique, qui se volatilise à mesure qu'il se produit et vient se condenser en paillettes cristallines dans les parties froides du tube.

Chrome.

Le chrome métallique, sur lequel j'ai opéré, a été obtenu en chauffant de l'oxide de chrome bien pur mélangé avec une quantité convenable de charbon dans un creuset brasqué à la plus haute chaleur d'un fourneau d'essai, et lavant ensuite par décantation pour séparer un peu de charbon en excès.

Chauffé dans le courant de vapeur d'eau, le chrome a donné un dégagement abondant de gaz hydrogène mélangé d'un peu de gaz carburé, parce que le chrome chauffé au milieu du charbon se combine avec une quantité assez notable de carbone. Au bout de six heures, le dégagement de gaz n'avait pas complètement cessé; la matière retirée du tube s'était légèrement agglomérée: elle était d'un vert foncé et ne présentait plus de points métalliques visibles. Il est certain, d'après cela, que le chrome métallique décompose très-bien la vapeur d'eau et se change en oxide vert.

D'un autre côté, je me suis assuré que, contrairement à ce qui est admis, le chrome métallique se dissout très-facilement à chaud dans l'acide sulfurique étendu de plus de vingt fois son poids d'eau avec un dégagement très-abon-

dant de gaz hydrogène. Ce métal décompose donc aussi très-bien l'eau en présence des acides énergiques.

Vanadium.

Je n'ai pas essayé l'action du vanadium sur la vapeur d'eau; mais la grande analogie que ce métal présente avec le chrome ne permet pas de douter qu'il ne décompose également cette vapeur à la chaleur rouge.

Urane.

L'urane a été préparé en réduisant le carbonate d'urane par l'hydrogène et chauffant fortement à la fin pour empêcher le métal réduit d'être pyrophorique. Le carbonate d'urane avait été préparé avec beaucoup de soin au moyen de la pechblende, en suivant le procédé décrit par M. Berthier (*Traité de la Voie sèche*, t. II, page 86). L'urane chauffé dans la vapeur d'eau a donné un dégagement très-manifeste de gaz inflammable; les dernières portions de ce gaz analysées dans l'eudiomètre à eau ont donné pour 100 :

	I.	II.
Hydrogène	97	94

La matière retirée du tube était devenue noire; elle présentait cependant encore quelques points métalliques.

1st, 286 grillés au contact de l'air sont devenus 1,317. La matière a donc absorbé pour passer à l'état de protoxide 2,4 pour 100.

D'un autre côté, 1,408 réduits par le gaz hydrogène sont devenus 1,390.

Perte pour passer à l'état de métal — pour 100 — 1,28.

Le protoxide d'urane renferme :

Oxygène	3,56
Urane	96,44
	<hr/>
	100

Le métal n'avait donc été que très-imparfaitement oxidé.

Dans une seconde expérience, on a chauffé le carbonate d'urane successivement dans le gaz hydrogène, puis dans le courant de vapeur d'eau, au moyen de la disposition décrite plus haut, et l'on a fait passer de la vapeur d'eau jusqu'à ce que le dégagement de gaz ne fût plus qu'à peine sensible; il fallut plus de huit heures pour arriver à ce point.

1st, 207 de matière, grillée à l'air jusqu'à ce qu'il n'y eût plus d'augmentation de poids, sont devenus 1,215. Augmentation de poids pour passer à l'état de protoxide — pour 100 — 0,66.

Le métal était donc cette fois passé presque en entier à l'état de protoxide.

Il faut conclure de là que l'urane métallique décompose encore la vapeur d'eau à la chaleur rouge, avec moins d'énergie cependant que les métaux précédents, et qu'il se change en protoxide.

J'ai fait bouillir pendant plus d'une heure de l'acide sulfurique faible sur de l'urane métallique; je n'ai pas pu constater de dégagement de gaz hydrogène, quoiqu'il se soit dissous un peu de métal dans l'acide sulfurique; il me paraît pro-

nable que le métal dissous était à l'état d'oxide dans la matière.

Cuivre.

J'ai cherché d'abord à avoir du cuivre métallique très-pur. Pour cela, de la tournure de cuivre rouge a été dissoute dans de l'acide nitrique; on a évaporé la dissolution, puis repris par l'eau; dans la liqueur filtrée, rendue acide par un peu d'acide hydrochlorique, on a fait passer un courant d'hydrogène sulfuré. Le précipité recueilli sur un filtre a été redissous dans l'acide nitrique, et dans cette nouvelle dissolution, on a versé goutte à goutte de l'ammoniaque pour précipiter l'oxide de cuivre qui a été lavé plusieurs fois par décantation. L'hydrate de cuivre a été ensuite redissous dans l'ammoniaque et l'on a séparé quelques petits flocons non dissous. La dissolution ammoniacale soumise à l'ébullition a laissé déposer l'oxide de cuivre qui, échauffé dans un courant de gaz hydrogène, a donné du cuivre métallique chimiquement pur.

Ce cuivre a été chauffé dans le courant de vapeur d'eau; il n'y a pas eu de dégagement de gaz avant que le tube ne fût arrivé à la chaleur presque blanche; mais alors le dégagement de gaz devint très-notable, et l'on recueillit, dans trois ou quatre heures que dura l'opération, à peu près 80 ou 90 centimètres cubes de gaz inflammable. Ce gaz, analysé dans l'eudiomètre à eau à diverses époques de l'opération, a donné sur 100 parties :

	I.	II.	III.
Hydrogène.	92	96	97

L'opération étant terminée, on a cassé le tube; la partie antérieure du tube était recouverte d'un enduit noir très-mince, soluble dans les acides et présentant les caractères de l'oxide de cuivre. Cette petite couche d'oxide provenait probablement d'un peu de cuivre métallique volatilisé, et qui, à cet état très-divisé, s'était oxidé aux dépens de la vapeur d'eau. Le métal s'était fondu, il présentait un bel éclat métallique; dans quelques points de sa surface, il présentait une pellicule excessivement mince et plus foncée d'oxide.

D'après cette expérience, il ne peut pas rester de doute que le cuivre ne soit susceptible lui-même de décomposer la vapeur d'eau, mais seulement à une très-haute température, et d'une manière tellement faible, qu'il serait impossible de parvenir à produire une oxidation complète (1).

Antimoine.

De l'antimoine, obtenu en réduisant de l'acide antimonieux très-pur dans un creuset brasqué, a été chauffé dans un courant de vapeur d'eau. Le dégagement de gaz n'a commencé à se manifester

(1) On peut objecter que le cuivre et quelques-uns des métaux qui suivent ne décomposent l'eau que sous l'influence de la silice du tube dans lequel se fait l'opération. Il est certain que cette circonstance peut faciliter l'action, surtout dans le cas où l'oxide et le métal sont fusibles, comme cela arrive pour le plomb; mais il est impossible qu'elle soit la seule cause de l'oxidation. Au reste, l'expérience suivante démontre que la décomposition de l'eau par le cuivre est déterminée uniquement par l'affinité du métal pour l'oxygène. De la tournure de cuivre bien brillante a été mélangée de silice très-divisée provenant de la prépara-

qu'à une température élevée ; mais alors il est devenu assez vif. Le gaz analysé dans l'eudiomètre à eau renfermait sur 100 parties :

	I.	II.	III.
Hydrogène.	94	97	96

Au bout de quelques heures, on a été obligé d'arrêter l'opération, parce que l'antimoine métallique, volatilisé dans la partie antérieure du tube de porcelaine, commençait à l'obstruer. Le tube étant cassé, on remarquait dans la partie antérieure, au milieu des cristaux de métal, de petites aiguilles blanches transparentes d'antimoine. Le protoxide d'antimoine se volatilise au milieu d'un courant de vapeur d'eau, sans donner du gaz hydrogène ; il paraît, d'après cela, qu'il n'est pas susceptible de passer, dans cette circonstance, à un degré supérieur d'oxidation, mais cela peut tenir aussi à la très-grande volatilité du protoxide d'antimoine, qui ne lui permet pas d'at-

tion de l'acide hydrofluosilicique. Ce mélange a été chauffé au blanc dans un tube de porcelaine au milieu du courant de vapeur d'eau, il s'est dégagé de l'hydrogène, mais pas en plus grande quantité que si le cuivre avait été seul. Au bout de quatre heures on a arrêté l'opération.

Le métal ne s'était fondu en gouttelettes au milieu de la silice que dans quelques endroits, dans les autres il avait conservé sa forme, mais sa surface n'était plus brillante comme avant l'expérience ; la couleur avait également changé, elle était devenue très-rosée, en tout semblable à celle que présente le cuivre rosette dans sa cassure, et l'on sait que le cuivre rosette est un cuivre dont l'affinage a été dépassé, et qui, après le départ des matières qui salissaient le cuivre noir, a absorbé une certaine quantité d'oxygène. Il était impossible d'ailleurs d'observer la moindre trace de silicate de protoxide ou de deutoxide du cuivre.

teindre la température à laquelle il décomposerait l'eau.

Plomb.

Le plomb, sur lequel j'ai opéré, a été préparé en chauffant dans un creuset brasqué de l'acétate de plomb bien cristallisé. Le métal chauffé dans la vapeur d'eau a donné un dégagement notable de gaz inflammable, mais qui n'a commencé également qu'à une très-haute température. Le gaz analysé dans l'eudiomètre à eau a donné, à diverses époques de l'opération, sur 100 parties :

	I.	II.	III.	IV.
Hydrogène.	86	89	93	87

Le tube a été cassé après l'opération ; le plomb métallique était irisé à sa surface, et l'intérieur du tube de porcelaine était enduit d'un vernis de litharge qui était assez épais dans le voisinage du métal.

Le plomb peut donc aussi décomposer la vapeur d'eau à la chaleur blanche.

Bismuth.

Le bismuth a été préparé en fondant dans un creuset brasqué du sous-nitrate de bismuth bien pur. Le dégagement de gaz n'a commencé qu'à une très-haute température. Ce gaz, analysé à différentes époques de l'opération, a présenté, sur 100 parties :

	I.	II.	III.
Hydrogène.	89	95	87

Dans la partie antérieure du tube s'était condensée une quantité considérable de bismuth métallique en gouttelettes cristallines; le métal fondu était irisé à sa surface, et l'intérieur du tube était enduit çà et là d'oxide fondu qui avait attaqué la porcelaine.

Le bismuth décompose donc la vapeur d'eau à la chaleur blanche, avec la même énergie à peu près que le plomb.

Arsenic.

De l'arsenic métallique, purifié par plusieurs distillations successives, a été distillé lentement au milieu d'un courant de vapeur d'eau, de manière à traverser une assez grande longueur de tube chauffée à une forte chaleur; il s'est dégagé un peu de gaz hydrogène, mais en si petite quantité, qu'il est difficile de répondre que ce gaz ne provenait pas de quelques traces d'un métal étranger.

Tellure.

Le tellure traité de la même manière que l'arsenic, n'a pas donné la moindre trace de gaz inflammable. L'arsenic et le tellure peuvent donc être considérés comme n'ayant aucune action sur la vapeur d'eau; cette circonstance les rapproche encore du soufre, du sélénium et du phosphore, avec lesquels ces substances présentent d'ailleurs tant d'analogie qu'il est impossible de les en séparer. Il me paraît conyenable, d'après cela, de placer l'arsenic et le tellure parmi les métalloïdes, comme plusieurs chimistes l'ont déjà fait; ils servent pour ainsi dire de transition entre les métal-

loïdes et les métaux proprement dits, ces derniers commençant par l'antimoine, l'étain, etc.

On voit par ce qui précède que tous les métaux que l'on range ordinairement dans la quatrième section, et qui par conséquent sont censés n'avoir aucune action sur la vapeur d'eau, la décomposent au contraire avec plus ou moins de facilité à une température élevée. Les uns opèrent cette décomposition à la chalcure rouge, plus facilement même que les métaux de la troisième section, et passent à leur plus haut degré d'oxidation; ce sont le titane, le tantale, le tungstène, le molybdène et l'étain, qui doit être nécessairement maintenant retiré de la troisième section. D'autres décomposent encore l'eau avec une certaine énergie, mais ne passent plus qu'à l'état de protoxide; ce sont le chrome, le vanadium, l'urane et l'antimoine (?). Enfin, les autres n'exercent plus qu'une action très-faible sur la vapeur d'eau, et seulement à une température très-élevée; ce sont le cuivre, le bismuth et le plomb.

Métaux de la cinquième section.

Ces métaux sont ceux qui peuvent encore absorber le gaz oxygène à une certaine température moyenne, mais dont les oxides sont réduits par la chaleur seule: deux métaux seulement composent cette section, savoir, le mercure et l'osmium.

Mercure.

Le mercure distille sans altération au milieu de la vapeur d'eau, même quand on le fait passer à travers un tube chauffé successivement à diff.

rentes températures. Ce résultat était facile à prévoir d'après la facile réduction de l'oxide de mercure par la chaleur seule.

Osmium.

De l'osmium métallique a été chauffé à une forte chaleur, au milieu d'un courant de vapeur d'eau; il s'est dégagé une quantité assez considérable de gaz hydrogène, en même temps une petite quantité de matière noire a été entraînée dans l'eau de la cuve; on a continué l'opération pendant environ trois heures, le dégagement de gaz n'avait pas encore entièrement cessé, mais il était devenu très-faible; la matière, qui était d'un beau noir avant l'opération, était devenue d'un bleu assez intense; elle n'avait cependant pas augmenté sensiblement de poids, car chauffée de nouveau dans un courant de gaz hydrogène elle n'éprouva pas de perte sensible. Je n'ai pas pu constater non plus un dégagement d'acide osmique, de sorte que je suis incertain si l'hydrogène ne provenait pas, dans cette expérience, de quelque impureté dans l'osmium que j'avais employé et dont je ne possédais au reste qu'une très-petite quantité. Il est certain que l'osmium jouit d'une grande affinité pour l'oxygène, il se combine avec lui à toutes les températures, et ses oxides ne se réduisent pas par la chaleur seule; il paraît probable, d'après cela, qu'il doit décomposer l'eau.

Métaux de la sixième section.

La sixième section renferme les métaux qui ne peuvent absorber l'oxygène ni décomposer

l'eau à aucune température, et dont les oxides se réduisent au-dessous de la chaleur rouge; ces métaux sont l'argent, le palladium, le platine, l'or et l'iridium.

Argent.

L'argent a été préparé en précipitant une dissolution de nitrate d'argent bien pur par du carbonate de soude, lavant bien le précipité et le décomposant par la chaleur. L'argent métallique ainsi obtenu a été chauffé au milieu du courant de vapeur d'eau, en élevant successivement la température. Il n'y a pas eu de dégagement de gaz avant que le tube de porcelaine ne fût arrivé au blanc, mais alors il y eut un dégagement très-notable de gaz inflammable. En opérant sur environ 10 gr. d'argent, j'ai obtenu, dans une opération qui a duré à peu près quatre heures, 25 à 30 centimètres cubes de gaz inflammable; ce gaz a donné dans l'eudiomètre pour 100 :

	I.	II.	III.
Hydrogène. . .	89	96	82

L'argent était fondu dans le tube en grains brillants, mais présentant çà et là de petites végétations crochues, semblables à celles qui se présentent sur l'argent qui a roché.

Il est certain, d'après cela, que l'argent métallique acquiert à la chaleur blanche une affinité pour l'oxygène, assez grande non-seulement pour absorber l'oxygène de l'air, comme c'est connu depuis longtemps, mais encore pour décomposer l'eau en dégageant son hydrogène et se combinant avec son oxygène, qu'il abandonne ensuite en se refroidissant. Je n'ai pas pu observer

ce dernier fait, parce qu'au moment où je me disposais à laisser tomber le feu, le bouchon de la partie antérieure du tube s'est fondu, et le dégagement de gaz dans la cloche a naturellement cessé.

Palladium.

Le palladium, chauffé dans la vapeur d'eau, n'a pas donné de dégagement de gaz, même à la chaleur blanche,

Platine.

Le platine en éponge n'a également décomposé l'eau à aucune température.

Iridium et rhodium.

Je n'ai pas pu examiner l'action de l'iridium et du rhodium sur la vapeur d'eau; il est possible que ces métaux la décomposent à une certaine température, car ils s'oxydent assez facilement au contact de l'air, et il n'est pas certain que leurs oxides se décomposent par la chaleur seule.

Or.

Il est évident, d'après l'affinité très-faible de l'or pour l'oxygène, que ce métal ne peut pas décomposer la vapeur d'eau.

Les résultats précédents conduisent à modifier la classification des métaux, telle qu'elle a été donnée par M. Thenard. Mais on peut, en par-

tant à peu près des mêmes principes de classification que ceux proposés par ce célèbre chimiste, et faisant entrer les nouvelles données sur l'action des métaux sur la vapeur d'eau, parvenir à établir des classes assez nettement tranchées, et qui réunissent assez bien les métaux qui présentent le plus de ressemblance dans leurs propriétés générales.

En effet, on peut diviser encore les métaux en six sections :

Dans la *première section*, on mettrait les métaux qui peuvent absorber l'oxygène à la température la plus élevée, et décomposer subitement l'eau, même à 0° , avec une très-vive effervescence; cette section comprendrait le potassium, le sodium, le lithium, le baryum, le strontium, le calcium et le magnésium (1).

La *seconde section* comprendrait les métaux qui peuvent encore absorber l'oxygène à la température la plus élevée, mais qui ne décomposent plus l'eau à 0° , comme les métaux de la précédente section; ils ne la décomposent avec une vive effervescence qu'à une température voisine de 100° et même au-dessus, mais toujours bien au-dessous de la chaleur rouge. Dans cette section se trouveraient le glucinium, l'aluminium, le zirconium,

(1) Le magnésium est ordinairement placé dans la seconde section à côté de l'aluminium et du glucinium, qui ont cependant bien peu de ressemblance avec ce métal; il me semble qu'il est beaucoup mieux placé dans la première, immédiatement après le calcium avec lequel il présente tant d'analogie. Il faudrait s'assurer si le magnésium décompose l'eau à froid; dans ce cas, son classement dans la première section serait tout-à-fait légitime.

le thorium, l'yttrium, le cérium et le manganèse.

Dans la *troisième section*, on placerait les métaux qui, comme les précédents, peuvent absorber l'oxygène à la température la plus élevée, mais qui ne décomposent plus l'eau qu'à la chaleur rouge ou à la température ordinaire, en présence des acides énergiques. Cette section comprendrait le fer, le nickel, le cobalt, le zinc, le cadmium, le chrome et le vanadium (?).

La *quatrième section* se composerait des métaux qui peuvent encore se combiner avec l'oxygène, même à la plus haute température, qui, à la chaleur rouge, décomposent la vapeur d'eau avec beaucoup d'énergie, mais qui ne décomposent pas l'eau en présence des acides énergiques (1). Cette section comprendrait le tungstène, le molybdène, l'osmium (2), le tantale, le titane, l'étain, l'antimoine et l'urane (3). Les métaux qui

(1) La propriété dont jouissent les métaux de décomposer l'eau en présence des acides énergiques ne dépend pas seulement de leur affinité pour l'oxygène, mais bien aussi de la force basique de leur oxide. Ainsi, le titane a au moins autant d'affinité pour l'oxygène que le fer, il enlève à une température élevée l'oxygène à l'eau avec plus d'énergie que ce dernier métal, et ses oxides sont beaucoup plus difficiles à réduire; cependant il ne décompose pas l'eau en présence des acides énergiques, parce que son oxide est une base faible.

(2) L'osmium a été placé dans cette section, quoique parce que qui précède il ne soit pas tout à fait démontré que ce métal décompose l'eau, mais cela paraît probable d'après l'ensemble de ses propriétés. L'osmium se rapproche même beaucoup sous certains rapports du molybdène.

(3) L'urane, d'après l'ensemble de ses propriétés, se trouverait peut-être mieux placé à la fin de la 3^e section, à

composent cette section ont une grande tendance à former des composés qui jouent le rôle d'acides, de corps électro-négatifs.

Dans la *cinquième section*, on placerait les métaux dont les oxides ne sont pas décomposés par la chaleur seule, et qui ne décomposent plus l'eau que faiblement, et à une température très-élevée. Ces métaux se distinguent encore de ceux de la précédente section, en ce qu'ils n'ont pas de tendance à former des composés acides ou électro-négatifs, mais bien des composés basiques ou électro-positifs. Ces métaux sont le cuivre, le plomb et le bismuth.

Enfin, dans la *sixième section*, se trouveraient tous les métaux dont les oxides sont réductibles par la chaleur seule, à une température plus ou moins élevée; ces métaux ne décomposent l'eau dans aucune circonstance. Ce sont le mercure, l'argent (1), le rhodium (?), l'iridium (?), le palladium, le platine et l'or.

la suite du chrome avec lequel il présente quelque analogie; mais, comme il ne paraît pas pouvoir décomposer l'eau en présence des acides énergiques, on a été obligé de le placer dans la 4^e section. Au reste, l'urane est un métal fort embarrassant dans toutes les classifications, il présente quelque chose de tout particulier.

(1) Nous avons vu plus haut que l'argent décomposait l'eau à la chaleur blanche, mais je ne sais pas si l'on peut considérer cette décomposition comme un phénomène du même genre que celui que produisent les métaux des cinq premières sections; car il ne se forme pas, à proprement parler, d'oxide, mais bien une combinaison qui se détruit lorsque la température vient à baisser. Au reste, le mercure et l'argent présentent dans l'ensemble de leurs propriétés beaucoup plus d'analogie avec les métaux de la 5^e section, et si leurs oxides étaient plus stables il serait impossible de les en séparer.

Il est à remarquer, pour presque tous les métaux qui décomposent la vapeur d'eau, par conséquent qui enlèvent l'hydrogène à l'oxygène à une certaine température, que leurs oxides sont cependant réduits avec une grande facilité et dans les mêmes limites de température, par le gaz hydrogène. M. Gay-Lussac, qui a le premier fait cette remarque à l'occasion du fer, attribue ce phénomène à une action de masse, et il pense que la décomposition de l'eau par le fer, et la réduction des oxides de fer par l'hydrogène, pouvaient s'arrêter, lorsque l'hydrogène et la vapeur d'eau se trouvaient dans certaines proportions. S'il en est ainsi, comme cela paraît assez probable, il serait fort intéressant de déterminer par l'expérience dans quel rapport doivent se trouver l'eau et l'hydrogène pour se faire ainsi équilibre en présence des divers métaux chauffés à un certain degré de chaleur; ces recherches ne manqueraient pas de présenter d'assez grandes difficultés.

M. Ampère explique ce fait d'une manière tout à fait différente (*Annales de Physique et de Chimie*, t. I, page 385). Il suppose que l'affinité du fer pour l'oxygène, tant que ces deux corps sont également chauffés, est un peu moindre que celle de ce dernier pour l'hydrogène, mais que cette affinité devient beaucoup plus grande quand ces deux corps sont à des températures différentes; qu'elle peut même, dans ce cas, devenir plus grande que celle de l'hydrogène pour l'oxygène. Quand on chauffe de l'oxide de fer dans un courant de gaz hydrogène, l'oxygène et le fer se trouvent à la même température, et par suite ont moins d'affinité l'un pour l'autre que n'en a le premier pour l'hydrogène, l'oxide de fer doit par

conséquent être réduit. Quand, au contraire, on chauffe le fer métallique dans la vapeur d'eau, celle-ci se trouve nécessairement à une température bien moins élevée que le fer métallique, parce qu'elle n'a pas eu le temps de s'échauffer dans son passage à travers le tube. On a donc, d'un côté, de l'oxygène et de l'hydrogène combinés, mais à la même température; et, d'un autre côté, du fer métallique, dont l'affinité pour l'oxygène est exaltée par la différence de température, et qui se trouve ainsi capable de décomposer l'eau.

Pour m'assurer si l'explication de M. Ampère pouvait être admise, j'ai fait l'expérience suivante: j'ai rempli jusqu'aux trois quarts, de fragments de porcelaine, un tube de porcelaine de quatre lignes de diamètre intérieur; dans le dernier quart et dans la partie du tube qui se trouvait encore comprise dans le fourneau à réverbère, j'ai mis du fil de fer très-fin en paquet; le tube étant disposé dans son fourneau, je faisais arriver la vapeur d'eau par l'extrémité où se trouvaient les fragments de porcelaine. Lorsque l'air fut chassé du tube par le courant de vapeur, j'élevai successivement jusqu'au blanc la température de la partie du tube qui renfermait les fragments de porcelaine; pendant tout ce temps il n'y eut pas de dégagement de gaz hydrogène; je chauffai alors graduellement la partie du tube qui renfermait le métal; lorsque celle-ci fut arrivée au rouge sombre, le gaz hydrogène commença à se dégager; à mesure que la température s'éleva, le dégagement devint plus considérable, et il arriva à son maximum lorsque toutes les parties du tube eurent atteint la même température. D'ailleurs, dans cette circonstance, la vapeur d'eau devait avoir

sensiblement la même température que le métal, car elle était obligée de parcourir une grande longueur remplie d'obstacles et chauffée à une haute température, et quand elle arrivait au fer métallique, elle devait avoir pris à peu près la température des parois du tube.

Il me semble d'après cela que l'on ne peut pas admettre l'explication de M. Ampère, et qu'il faut considérer le phénomène de l'oxidation des métaux par l'eau, et la réduction de leurs oxides par le gaz hydrogène, comme dû à une action prépondérante de masse. Si la proportion de vapeur d'eau se trouve plus forte que celle de l'hydrogène au delà d'une certaine limite, il y aura oxidation, dans le cas contraire, il y aura réduction. Il est assez probable, au reste, que cette limite, que ce point d'équilibre des deux gaz, est variable avec la température, circonstance qui rendrait encore sa détermination plus difficile.

DEUXIÈME PARTIE.

Vapeur d'eau sur les sulfures métalliques.

Plusieurs métallurgistes distingués ont proposé, dans ces derniers temps, d'employer la vapeur d'eau à une haute température pour opérer la désulfuration des sulfures métalliques; ils ont avancé qu'un mélange de vapeur d'eau et d'air atmosphérique serait probablement un agent désulfurant beaucoup plus énergique que l'air seul, dans nos procédés ordinaires de grillage au fourneau à réverbère, et pour cela ils se sont appuyés sur quelques

expériences de M. Jordan de Clausthal, relatives à l'action de la vapeur d'eau sur la galène, soit seule, soit mélangée de charbon, et qui ont été décrites dans le *Journal d'Erdmann*, tome XI. Mais il me semble que ces expériences sont loin de démontrer que la vapeur d'eau soit un agent puissant de désulfuration, et qu'elles prouvent au contraire qu'on ne peut en attendre aucun avantage sous ce rapport. Quoi qu'il en soit, comme M. Jordan n'avait soumis à ses essais que le sulfure de plomb, j'ai pensé qu'il pourrait être utile d'examiner aussi l'action de la vapeur d'eau sur les autres sulfures métalliques, dans le double but de remplir une lacune dans la science, et de fixer en même temps ce que l'on pouvait attendre, dans les arts métallurgiques, de l'emploi de la vapeur d'eau pour la réduction des sulfures.

Mais, avant de décrire les expériences que j'ai faites sur ce sujet, je vais analyser successivement les réactions qui doivent se passer quand l'eau se trouve en contact, à une haute température, avec un sulfure métallique, soit seul, soit mélangé de charbon, ou même en présence de l'air atmosphérique.

Il est facile de voir, *à priori*, ce qui doit se passer quand un sulfure métallique réagit sur la vapeur d'eau à la chaleur rouge, en admettant qu'il y ait décomposition. En effet, si l'on opère sur un protosulfure, et que l'eau soit décomposée, son hydrogène se combinera avec le soufre pour former de l'hydrogène sulfuré, et son oxygène se combinera avec le métal, si celui-ci a encore de l'affinité pour lui à la température à laquelle on opère. L'oxide formé pourra ensuite réagir sur le sulfure non décomposé, une nouvelle quantité de

soufre sera alors enlevée à l'état d'acide sulfureux, et du métal sera mis à nu. Maintenant l'acide sulfureux et l'hydrogène sulfuré se trouvant mélangés ensemble à une haute température, se décomposeront mutuellement, il se formera de l'eau et du soufre. Ainsi les résultats définitifs de l'opération seront du métal, du soufre et de l'hydrogène sulfuré non décomposé, si toutefois le métal n'est pas par lui-même capable de décomposer l'eau; dans ce dernier cas il restera l'oxide qui se forme quand le métal est chauffé au milieu de la vapeur d'eau. D'après cela, la vapeur d'eau pourrait être un désulfurant très-puissant, si les sulfures la décomposaient avec une certaine énergie; car la désulfuration, dans beaucoup de cas, aurait lieu à la fois par les deux éléments de l'eau, par l'oxygène et par l'hydrogène.

Quand le sulfure est mélangé de charbon, l'action est différente; en effet, une grande partie de la vapeur d'eau est alors décomposée par le charbon, il se forme de l'oxide de carbone qui n'a pas d'action sur les sulfures, et de l'hydrogène qui enlève bien le soufre à un certain nombre d'entre eux, comme M. H. Rose l'a fait voir, mais très-difficilement, et beaucoup plus lentement que ne le ferait l'oxygène. Le reste de la vapeur d'eau non décomposée peut agir sur le sulfure, il se forme encore de l'hydrogène sulfuré, mais il ne se produira plus d'oxide, à cause de la présence du charbon; par suite il n'y aura pas de soufre enlevé par voie de réaction. Ainsi, sous ce rapport, la désulfuration sera retardée. L'addition du charbon ne peut donc pas rendre applicable le procédé de désulfuration par la vapeur d'eau, s'il ne l'est pas déjà par lui-même; elle ne sera utile qu'à la

fin, pour réduire le métal, si ce dernier, après le départ du soufre, est passé à l'état d'oxide.

Si l'on fait arriver sur le sulfure chauffé un mélange d'air et de vapeur d'eau, il est facile de voir ce qui devra se passer. Comme l'air et la vapeur d'eau sont tout-à-fait sans action l'un sur l'autre, il est évident qu'ils ne pourront agir que chacun pour soi: ainsi l'air opérera le grillage comme à l'ordinaire, par l'oxygène qu'il contient, et la vapeur d'eau agira de son côté comme nous l'avons dit tout à l'heure. Il se formera encore, dans ce cas, de l'acide sulfureux et de l'hydrogène sulfuré qui réagiront l'un sur l'autre; il se formera de l'eau, du soufre, et il restera une certaine quantité de gaz en excès; quant au métal, il passera à l'état d'oxide. Dans aucun cas, je ne conçois pas comment la présence de l'air pourrait exalter l'action de la vapeur d'eau sur le sulfure ou réciproquement.

La question se trouve donc réduite, sous le point de vue métallurgique, à examiner l'action de la vapeur d'eau seule sur les sulfures métalliques; mais pour rendre les expériences applicables en grand, il fallait nécessairement les faire à une température à peu près égale à celle que l'on produit dans les fourneaux ordinaires de grillage. Cette température est toujours inférieure à celle qui détermine la fusion du sulfure; car il est important que le sulfure ne s'agglomère pas, afin que l'ouvrier puisse le brasser facilement et ramener successivement toutes les parties au contact de l'air. On peut admettre que cette température est à peu près celle que l'on produit dans les fourneaux ordinairement employés pour les analyses organiques: c'est en effet dans ces fourneaux que

je chauffais les tubes en verre vert qui m'ont servi pour mes expériences.

Sulfure de cuivre.

Du sulfure de cuivre a été chauffé dans un tube en verre vert, au milieu du courant de vapeur d'eau; il s'est dégagé un peu d'hydrogène sulfuré, et la liqueur est devenue laiteuse; au bout de deux heures on a arrêté l'expérience. Le sulfure de cuivre s'était fondu dans le tube, on voyait à sa surface çà et là un peu de cuivre métallique, mais l'attaque n'avait été qu'extrêmement faible: ainsi, à la chaleur rouge, la vapeur d'eau n'exerce qu'une action très-faible sur le sulfure de cuivre.

Le même sulfure a été ensuite chauffé au milieu de la vapeur d'eau, dans un tube de porcelaine que l'on a porté à une forte chaleur blanche; la décomposition s'est faite alors avec énergie, il s'est dégagé une grande quantité de gaz inflammable, dont une partie seulement était absorbable par la potasse. Le gaz non absorbable a été reconnu pour être de l'hydrogène tout à fait pur, en même temps il s'est condensé dans le tube des gouttelettes de soufre. Au bout de sept heures le dégagement de gaz a cessé: le tube ayant été cassé, on a reconnu que le sulfure de cuivre était passé entièrement à l'état de cuivre métallique, qui formait un petit lingot bien fondu et très-brillant.

Le dégagement très-abondant de gaz hydrogène que l'on a obtenu dans cette expérience, a droit de surprendre; il ne pouvait évidemment provenir que de la décomposition de l'hydrogène sulfuré par la chaleur. On admet, en effet, qu'en faisant passer ce gaz à travers un tube fortement chauffé, il y a une décomposition partielle. J'ai

répété moi-même l'expérience, et j'ai reconnu qu'à la chaleur blanche la proportion de gaz qui se décompose en ses éléments est encore assez faible; la présence de la vapeur d'eau ne favorise pas d'ailleurs cette décomposition. Si donc, dans l'expérience en question, il se produit une si grande quantité de gaz hydrogène, cela ne peut tenir qu'à ce que l'hydrogène sulfuré se décompose beaucoup plus facilement en ses éléments par la chaleur seule, quand il est à l'état naissant, que quand il a déjà pris l'état gazeux.

Sulfure de fer.

Le sulfure de fer sur lequel j'ai opéré, a été obtenu en fondant à une haute température, dans un creuset brasqué, du sulfure de fer préparé, en plongeant une barre de fer chauffée au blanc dans du soufre fondu.

Ce sulfure, chauffé dans un tube en verre, a décomposé la vapeur d'eau avec beaucoup plus d'énergie que le sulfure de cuivre, en dégageant une grande quantité de gaz hydrogène. Cependant, au bout de trois heures, en opérant sur quatre grammes de sulfure, on n'avait encore enlevé que la moitié du soufre. La matière était devenue noire, en partie attirable à l'aimant.

Il faut conclure de là que le sulfure de fer décompose l'eau plus facilement que le sulfure de cuivre, qu'il se forme de l'oxide de fer magnétique, et qu'il se dégage un mélange de gaz hydrogène sulfuré et de gaz hydrogène. Le gaz hydrogène provient, dans cette expérience, de la décomposition de l'eau par le protoxide de fer qui se produit dans la première période de la réaction.

Sulfure de zinc.

De la blende, ou sulfure de zinc naturel, a été chauffée dans le tube de verre, au milieu d'un courant de vapeur d'eau; il s'est dégagé une petite quantité d'hydrogène sulfuré, et la matière avait à peine changé d'aspect au bout de deux heures qu'avait duré l'opération.

Dans le tube de porcelaine, à une forte chaleur, la décomposition s'est faite beaucoup plus facilement; il s'est condensé dans la partie antérieure du tube des petites houppes soyeuses d'oxide de zinc, et la blende avait été presque entièrement désulfurée.

Sulfure de cadmium.

Le sulfure de cadmium s'est comporté exactement de la même manière que le sulfure de zinc.

Sulfure de nickel.

Trois grammes de sulfure de nickel, chauffés pendant deux heures dans le tube de verre, au milieu du courant de vapeur d'eau, n'ont perdu que la quinzième partie de leur soufre. Ainsi le sulfure de nickel est encore moins attaqué par la vapeur d'eau que le sulfure de fer.

Sulfure de cobalt.

Le sulfure de cobalt a encore été moins attaqué à la chaleur rouge que le sulfure de nickel.

Sulfure de manganèse.

Le protosulfure de manganèse, chauffé au rouge dans la vapeur d'eau, a donné un dégagement

abondant de gaz hydrogène et de gaz hydrogène sulfuré; cependant, au bout de trois heures, les quatre grammes de sulfure sur lesquels on avait opéré renfermaient encore plus du tiers de leur soufre. La matière était devenue d'un jaune rougeâtre; il est évident qu'en prolongeant suffisamment l'opération elle serait passée à l'état d'oxide rouge.

Sulfure de chrome.

Du sulfure de chrome chauffé pendant trois heures dans un tube de verre a donné un dégagement assez abondant d'hydrogène sulfuré, et après l'opération les paillettes de sulfure étaient recouvertes d'oxide vert de chrome qui s'était formé. Le sulfure n'avait abandonné que la cinquième partie environ de son soufre.

Sulfure de plomb.

Du sulfure de plomb naturel, ou galène, a été maintenu pendant trois heures au milieu du courant de vapeur d'eau dans un tube de verre vert. La décomposition a été à peine sensible au rouge sombre; en chauffant davantage, il s'est dégagé de l'hydrogène sulfuré, et l'eau de la cuve est devenue laiteuse. Après l'opération, le sulfure de plomb n'était pas fondu dans le tube, il s'était un peu aggloméré, mais il avait peu changé d'aspect; seulement on remarquait à sa surface une très-légère pellicule de plomb métallique, qui devenait surtout très-apparante quand on broyait la matière dans un mortier. La partie antérieure du tube était toute tapissée de petits cristaux cubiques, très-brillants, de galène qui avait été vo-

latisée et entraînée par le courant de vapeur d'eau. Il faut conclure de là qu'à une température inférieure à celle de la fusion complète de la galène, la vapeur d'eau n'a qu'une action très-faible sur cette substance, qu'une très-petite quantité d'eau est décomposée; son hydrogène se combine avec le soufre, forme de l'hydrogène sulfuré, et son oxygène se combine avec le plomb; mais l'oxide de plomb, à mesure qu'il se produit, réagit sur le sulfure non décomposé; il se forme du plomb métallique et de l'acide sulfureux, qui à son tour réagit nécessairement sur l'hydrogène sulfuré, et produit ce dépôt de soufre qui rend laiteuse l'eau de la cuve.

Cette expérience se trouve d'accord avec celle de M. Jordan, qui n'a également obtenu qu'une très-petite quantité de plomb métallique, même en opérant à une température plus élevée.

Sulfure de bismuth.

Le sulfure de bismuth se comporte de la même manière que le sulfure de plomb; après l'opération, on aperçoit çà et là, à la surface du sulfure, de petites gouttelettes très-brillantes de métal fondu.

Sulfure de mercure.

Le cinabre volatilisé, au milieu du courant de vapeur d'eau, a décomposé celle-ci avec assez d'énergie; il s'est dégagé beaucoup d'hydrogène sulfuré, et la matière volatilisée était devenue noire. On voyait à la loupe qu'elle renfermait une grande quantité de globules de mercure. Chauffée dans un tube de verre fermé par un bout, elle n'a pas donné d'odeur d'acide sulfureux; ainsi

elle ne renfermait pas d'oxide. Le cinabre décompose donc la vapeur d'eau avec assez d'énergie, et les produits de la décomposition sont semblables à ceux que donne la galène.

Sulfure d'argent.

Le sulfure d'argent a décomposé également la vapeur d'eau dans les mêmes circonstances, avec autant d'énergie à peu près que la galène; le dégagement d'hydrogène sulfuré a été très-notable, et après l'opération le sulfure d'argent qui s'était fondu dans le tube était reconvert à sa surface d'argent métallique.

Sulfure d'antimoine.

Du sulfure d'antimoine naturel chauffé au milieu du courant de vapeur d'eau a donné un dégagement abondant d'hydrogène sulfuré, en même temps il s'est condensé dans le récipient une grande quantité d'une matière d'un jaune orangé ressemblant beaucoup au sulfure d'antimoine obtenu par voie humide. Cette matière, fondue dans un tube fermé par un bout, paraissait très-homogène et prenait une texture cristalline en refroidissant. Cette matière soumise à l'analyse a donné 17,94 de soufre. On déduit de là pour sa composition :

$\overline{\text{Sb}}$	{ Soufre.	17,94	} 65,88
	{ Antimoine.	47,94	
$\overline{\text{Sb}}$	Oxide d'antimoine	34,12	34,12
			100

L'oxisulfure d'antimoine formé de 1 at. oxide et 2 at. sulfure est composé de :

Sulfure d'antimoine	66,7
Oxide d'antimoine	33,3
	<hr/>
	100,0

Le tube dans lequel l'opération avait été faite ayant été cassé, on a vu que le sulfure d'antimoine s'était fondu, qu'il était bordé tout autour de la matière jaune orangée fondue et dans la partie antérieure du tube s'était condensée une grande quantité de sulfure d'antimoine volatilisé.

Le sulfure d'antimoine décompose donc la vapeur d'eau avec assez d'énergie, il se dégage de l'hydrogène sulfuré et il se forme un oxisulfure $SbSb^2$ qui se volatilise à mesure qu'il se produit. Au reste, cet oxisulfure ne se forme que quand il y a un grand excès de sulfure d'antimoine en présence, car il décompose lui-même la vapeur d'eau à la chaleur rouge et passerait probablement ainsi complètement à l'état d'oxide.

Sulfure d'arsenic.

Le sulfure d'arsenic se comporte comme le sulfure d'antimoine, il décompose facilement la vapeur d'eau à la chaleur rouge, il produit également dans cette circonstance des oxisulfures, mais qui sont toujours mélangés d'une grande quantité de sulfure en excès, à cause de la grande volatilité de ce dernier.

Sulfure d'étain.

Le protosulfure d'étain, chauffé dans le courant

de vapeur d'eau, la décompose très-facilement avec un dégagement très-vif de gaz hydrogène sulfuré et de gaz hydrogène; au bout de deux heures le sulfure s'était changé complètement en acide stannique.

Sulfure de titane.

Le sulfure de titane s'est comporté exactement comme le protosulfure d'étain, seulement à une plus haute température dans le tube de porcelaine, il a donné également beaucoup de gaz hydrogène. Ce dégagement considérable de gaz hydrogène m'avait fait penser que le sulfure de titane ne correspondait pas à l'acide titanique, mais bien au protoxide de titane. Cependant l'analyse que j'ai faite de ce sulfure m'a conduit à la composition donnée par M. H. Rose. Le gaz hydrogène est encore évidemment dû ici à la décomposition du gaz hydrogène sulfuré par la chaleur seule.

Sulfures de tungstène et de molybdène.

Les sulfures de tungstène et de molybdène n'ont qu'une action très-faible sur la vapeur d'eau à la chaleur rouge, ils la décomposent plus facilement à une température élevée.

Parmi les sulfures alcalins et ceux des terres alcalines, je n'ai essayé que le sulfure de baryum et le sulfure de potassium.

Sulfure de baryum.

8 gr. de protosulfure de baryum bien cristallisé, ont été chauffés à une forte chaleur au milieu d'un courant de vapeur d'eau dans un tube de

porcelaine; il ne s'est pas dégagé de gaz hydrogène sulfuré, mais beaucoup de gaz hydrogène. Au bout de six heures le dégagement de gaz n'avait pas encore cessé, la matière retirée du tube a été broyée, puis soumise à une seconde opération; au bout de quatre heures le dégagement de gaz avait complètement cessé. Le protosulfure de baryum s'était changé en une matière blanche insoluble dans l'eau, qui n'a pas augmenté de poids par le grillage à l'air après addition d'acide nitrique. Le protosulfure de baryum se change donc en sulfate de baryte à la chaleur rouge au milieu du courant de vapeur d'eau. Il en est probablement de même des sulfures de strontium et de calcium.

Sulfure de potassium.

J'ai cherché à préparer le protosulfure de potassium par le procédé que l'on indique ordinairement, et qui consiste à chauffer le sulfate de potasse dans un tube de verre ou de porcelaine, au milieu d'un courant de gaz hydrogène, à une chaleur d'un rouge sombre. Il est fort difficile d'obtenir par ce moyen du sulfure pur, car le composé étant très-fusible attaque, à mesure qu'il se forme, le verre ou la porcelaine, et il se dégage une grande quantité d'hydrogène sulfuré; si l'on continue l'opération assez longtemps, tout le soufre est enlevé et la potasse est entièrement entrée en combinaison avec la silice du tube. Cette circonstance m'a empêché d'examiner comment le sulfure de potassium se comporte avec la vapeur d'eau; mais il est très-probable qu'il se changerait en sulfate de potasse si on le chauffait dans des vases qu'il ne puisse pas attaquer.

En résumant ce qui précède, il est facile de se rendre compte de ce qui se passe quand on fait agir la vapeur d'eau à une haute température sur les sulfures métalliques.

Les sulfures des métaux de la première section n'abandonnent pas de soufre dans cette circonstance, ils décomposent l'eau, leurs deux éléments s'oxydent et forment un sulfate neutre.

Les métaux de la seconde section paraissent ne pouvoir se combiner avec le soufre que quand on les chauffe à l'état métallique avec ce métalloïde; il faut en excepter cependant le cérium et le manganèse, qui se combinent avec le soufre dans les mêmes circonstances que les métaux de la 3^e section. Leurs sulfures se comportent avec la vapeur d'eau de la même manière que les sulfures de ces derniers métaux.

Les sulfures des métaux de la troisième et de la quatrième section décomposent avec énergie la vapeur d'eau à la chaleur rouge avec dégagement de gaz hydrogène sulfuré; il se dégage en outre du gaz hydrogène quand le protoxide du métal est lui-même susceptible de décomposer l'eau, et il reste l'oxide qui se produit lorsque le métal est chauffé seul au milieu du courant de vapeur d'eau. Quand le sulfure et l'oxide produit sont tous deux volatils, ils se combinent ensemble et forment un oxisulfure, c'est ce qui arrive pour le sulfure d'antimoine.

Les sulfures des métaux de la cinquième et de la sixième section décomposent encore l'eau à la chaleur rouge, mais plus faiblement que ceux des sections précédentes; et, pour obtenir une désulfuration complète, il faut une chaleur presque blanche. Il se dégage encore dans ce cas de l'hy-

hydrogène sulfuré, il se forme de l'oxide, mais ce dernier réagit immédiatement sur le sulfure non décomposé, du métal est mis à nu, et une nouvelle quantité de soufre est enlevée à l'état d'acide sulfureux. Cet acide réagit à son tour sur l'hydrogène sulfuré, le décompose en partie, et forme du soufre et de l'eau. Les résultats de l'opération sont donc du métal, du soufre, de l'eau et de l'hydrogène sulfuré non décomposé.

Quant à l'emploi de la vapeur d'eau dans les arts métallurgiques pour opérer le grillage des sulfures, les expériences précédentes prouvent suffisamment, il me semble, qu'il n'y a rien à en attendre sous ce rapport. L'air atmosphérique est un agent de désulfuration beaucoup plus énergique, comme on pouvait à la rigueur le prévoir *a priori*.

NOTE

Sur l'emploi des câbles plats et des tambours coniques dans l'extraction des minerais par des puits profonds ;

Par M. COMBES, ingénieur en chef des mines.

Lorsqu'on extrait des minerais de puits d'une grande profondeur, au moyen de deux câbles ou chaînes s'enroulant en sens inverse sur un tambour cylindrique, horizontal ou vertical, le poids considérable des câbles ou chaînes employés fait varier, entre des limites très-étendues, la somme des moments des forces agissant tangentiellement au tambour qui reçoit son mouvement de la force motrice. Il en résulte l'obligation de faire varier aussi cette force motrice, de lui substituer, dans certains cas, une force résistante, et, en définitive, le plus souvent un accroissement de dépense de travail moteur.

Supposons, par exemple, un puits profond de 400^m, comme il s'en trouve dans plusieurs mines de houille des départements de la Loire et du Nord, et dans beaucoup de mines métalliques. On doit alors, pour extraire dans une journée de travail une assez grande quantité de matière, extraire à la fois un poids considérable, et qui n'est guère au-dessous de 800 kilogr. dans les mines de houille. Le poids du vase ou des vases est d'environ 200 kilogram. ($\frac{1}{4}$ du poids du contenu), et

souvent davantage. Ainsi le câble ou la chaîne doit pouvoir porter à son extrémité inférieure 1.000 kilogr. Les câbles en chanvre goudronné, dont on se sert à Rive-de-Gier pour cet usage, ont 2 pouces $\frac{1}{2}$ de diamètre environ, et pèsent 2^k,5 à 3^k,10 par mètre courant. Ainsi 400 mètres de câble pèsent jusqu'à 1.200 kilogr. Quand la tonne pleine quitte le fond du puits et que la tonne vide commence à descendre, le moment de la force motrice, par rapport à l'axe du tambour, doit donc être supérieur à $R \times 2.000$, R étant le rayon du tambour.

Lorsque les tonnes montante et descendante se rencontrent au milieu du puits, le moment de la force motrice nécessaire pour entretenir l'uniformité du mouvement n'est plus, abstraction faite des résistances passives dues au frottement et à la roideur des cordes, que $R \times 800$.

Enfin, quand la tonne pleine arrive près du jour, le poids du câble et de la tonne vide descendante l'emporte sur le poids du câble et de la tonne pleine montante. La force motrice doit être remplacée par une force résistante qui ralentisse la vitesse du système.

Pour éviter les inconvénients que nous venons d'indiquer, on a d'abord fait usage d'une chaîne contrepoids, suspendue à une corde d'un assez petit diamètre, qui s'enroule sur le prolongement du tambour des deux câbles, ou sur un tambour particulier monté sur le même arbre. La chaîne contrepoids descend dans un compartiment, isolé du reste du puits d'extraction par une cloison; elle est entièrement suspendue à la corde lorsque l'une des tonnes est au fond du puits, et son poids agit pour faire tourner le tambour dans

le même sens que le poids de la tonne qui est à l'orifice du puits. A mesure que celle-ci descend et que l'autre monte, la chaîne contrepoids s'amoncelle sur un plancher établi dans le compartiment du puits au niveau convenable; elle est entièrement amoncelée sur ce plancher, lorsque les tonnes montante et descendante sont arrivées au milieu du puits; après cela, la tonne pleine continuant à monter et la tonne vide à descendre, la corde de la chaîne contrepoids s'enveloppe en sens inverse sur le tambour, de sorte qu'elle est de nouveau entièrement suspendue dans le puits quand la tonne pleine arrive au jour. On voit que la corde de la chaîne contrepoids se développe entièrement dans la première moitié de la course de la tonne montante, et s'enveloppe, en sens inverse, dans la seconde moitié de cette même course.

Quelquefois la chaîne contrepoids, au lieu de s'amonceler sur un plancher, est suspendue par son extrémité inférieure à un crampon solidement fixé dans les parois du puits.

Si l'on désigne par R le rayon du tambour des câbles des tonnes, par r le rayon du tambour de la chaîne contrepoids, dans le cas où elle s'amoncelle sur un plancher, par L la profondeur du puits, par p le poids par mètre courant des câbles des tonnes, par l la longueur de la chaîne contrepoids, par p' le poids de cette chaîne par mètre courant, on doit avoir les deux équations:

$$pL \times R = p'l \times r$$

$$\frac{l}{L} = \frac{r}{R}$$

Ces deux équations déterminent p' et l . Si l'on suppose $r = R$, on a :

$$p'l = pL, \quad l = \frac{1}{2}L, \quad p' = 2p.$$

Si la chaîne contrepoids est suspendue par son extrémité inférieure à un crampon, on doit avoir les deux équations :

$$pL \times R = p'l \times r$$

$$\frac{2l}{L} = \frac{r}{R}$$

c'est-à-dire que, dans ce cas, la chaîne contrepoids conserve le même poids, mais qu'elle est de moitié plus courte. Dans les deux cas, la portion de corde enveloppée sur le tambour, à laquelle la chaîne contrepoids est suspendue, doit avoir une longueur égale à $\frac{L}{2} \times \frac{r}{R}$.

On néglige le poids de cette corde par rapport à celui de la chaîne contrepoids. Les chaînes contrepoids ont été abandonnées, parce qu'elles chargeaient considérablement le tambour, qui est déjà tiré vers le puits d'extraction par les tensions réunies des câbles des deux tonnes montante et descendante. En outre le poids de la corde, à laquelle la chaîne contrepoids est suspendue, fait varier la somme des moments des forces appliquées au tambour.

On a employé alors des tambours coniques, et enfin on a fait usage de câbles plats, composés de 4 ou 5 torons non tordus ensemble, mais juxtaposés et réunis par une couture avec une forte ficelle. Quand les torons sont ainsi cousus, le câble plat est passé entre deux cylindres qui l'a-

platissent encore. Ces câbles s'enveloppent en spirale sur eux-mêmes. L'arbre de la machine d'extraction porte, au lieu d'un tambour, deux bobines à rebords élevés, laissant entre eux une distance égale à la largeur du câble. Chacune de ces bobines reçoit un des câbles, ceux-ci étant d'ailleurs disposés de façon que l'un s'enroule tandis que l'autre se développe. A mesure que la tonne qui était au fond du puits s'élève, le bras de levier, à l'extrémité duquel agit le poids de cette tonne et de son câble, augmente, tandis qu'au contraire le bras de levier de la tonne descendante et de son câble diminue, à mesure que le câble de la tonne descendante se développe et s'allonge dans le puits.

Le rayon que l'on doit donner au noyau de chaque bobine dépend de l'épaisseur du câble, de son poids sur l'unité de longueur, du poids des deux tonnes vide et pleine et de la profondeur du puits.

Désignons par :

- Q, le poids du contenu de la tonne ascendante ;
- q, le poids de la tonne vide ;
- L, la profondeur du puits ;
- p, le poids d'un câble sur l'unité de longueur ;
- e, son épaisseur ;
- r, le rayon du noyau, ou le bras de levier de la tonne qui est au fond du puits ;
- R, le rayon maximum de la bobine, quand la tonne est arrivée à l'orifice et que le câble est entièrement enveloppé ;
- θ , l'angle dont l'arbre a tourné, depuis que la tonne pleine est partie du fond du puits. (θ devient égal à plusieurs fois quatre angles droits, et le nombre de tours de l'arbre est exprimé par le rapport $\frac{\theta}{2\pi}$ de l'angle θ à la circonférence entière.)

A mesure que le câble s'enroule sur la bobine, son axe se plie suivant une courbe qui est une spirale d'Archimède, dont le rayon vecteur, compté à partir de l'axe de l'arbre, augmente de l'épaisseur e du câble pour un tour entier de l'arbre; l'équation de cette spirale est donc :

$$(1) \quad z = r + e \frac{\theta}{2\pi}$$

(z désignant le rayon vecteur correspondant à l'angle θ).

La longueur de la portion de câble enroulée, quand l'arbre a tourné d'un angle θ , est égale à $\int_0^\theta \sqrt{dz^2 + z^2 d\theta^2}$. car on sait que z et θ étant les coordonnées polaires d'une courbe, l'élément ds de la courbe $= \sqrt{dz^2 + z^2 d\theta^2}$.

Dans le cas dont il s'agit ici, dz est toujours assez petit par rapport à $z d\theta$. En effet on a :

$$dz = \frac{e d\theta}{2\pi} \quad z d\theta = r d\theta + \frac{e \theta d\theta}{2\pi}$$

d'où

$$\frac{dz}{z d\theta} = \frac{\frac{e}{2\pi}}{r + \frac{e\theta}{2\pi}}$$

La plus grande valeur du rapport $\frac{dz}{z d\theta}$ correspond à $\theta = 0$, puisque c'est pour $\theta = 0$ que le dénominateur du second membre est le plus petit possible. Cette plus grande valeur est donc égale à $\frac{e}{2\pi r}$, c'est-à-dire au rapport de l'épais-

seur du câble à la circonférence développée qui a pour rayon r . Comme r aura toujours une valeur égale au moins à 7 ou 8 fois e , on pourra négliger dans l'expression $\sqrt{dz^2 + z^2 d\theta^2}$, dz par rapport à $z d\theta$, ce qui simplifiera beaucoup le calcul. On aura ainsi :

$$ds = z d\theta$$

et

$$S = \int_0^\theta z d\theta = \int_0^\theta r d\theta + \int_0^\theta \frac{e \theta d\theta}{2\pi} = r\theta + \frac{e\theta^2}{4\pi}$$

La tonne pleine se sera donc élevée dans le puits d'une hauteur $S = r\theta + \frac{e\theta^2}{4\pi}$, lorsque l'arbre aura tourné de l'angle θ . (Remarquons que négliger dz par rapport à $z d\theta$ dans l'intégrale $\int_0^\theta \sqrt{dz^2 + z^2 d\theta^2}$, revient à prendre pour la longueur développée d'une spire de la courbe, la longueur de la circonférence de cercle, dont le rayon est la moyenne arithmétique entre les deux rayons vecteurs extrêmes de la spire.)

Si nous appelons θ_1 l'angle dont l'arbre doit tourner, pour que la tonne pleine partant du fond arrive au jour, nous aurons évidemment ces deux équations :

$$R = r + e \frac{\theta_1}{2\pi} \quad (1)$$

$$L = R\theta_1 + e \frac{\theta_1^2}{4\pi} \quad (2)$$

Ces deux équations suffisent pour déterminer R et θ_1 , lorsqu'on s'est donné la valeur de r qui demeure arbitraire.

On doit choisir r , de manière que le moment des forces appliquées à l'arbre varie le moins possible pendant l'ascension d'une tonne. Ainsi, par exemple, on pourra prendre pour condition que le moment de ces forces ait la même valeur lorsque la tonne pleine commence à s'élever et lorsqu'elle arrive au jour. Cette condition est exprimée par l'équation:

$$r(Q+q+pL) - R \times q = R \times (Q+q) - r(q+pL)$$

ou bien

$$\frac{r}{R} = \frac{Q+2q}{Q+2q+2pL} \quad (3)$$

Cette dernière équation, jointe aux équations (1) et (2), suffit pour déterminer complètement r , R et θ_1 .

Des équations (1) et (3) on tire:

$$\frac{r}{r + \frac{\theta_1}{2\pi}} = \frac{Q+2q}{Q+2q+2pL}$$

d'où

$$2pLr = (Q+2q)e^{\frac{\theta_1}{2\pi}}$$

$$\theta_1 = \frac{4\pi pL}{(Q+2q)e} r$$

substituant dans l'équation (2), il vient:

$$L = \frac{4\pi pL}{(Q+2q)e} r + \frac{4\pi pL}{(Q+2q)'e} r,$$

d'où

$$r = \left(\frac{Q+2q}{2}\right) \sqrt{\frac{e}{\pi p(Q+2q+pL)}} \quad (2)$$

ensuite,

$$R = \frac{Q+2q+2pL}{2} \sqrt{\frac{e}{\pi p(Q+2q+pL)}}$$

$$\frac{\theta_1}{2\pi} = L \sqrt{\frac{p}{\pi e(Q+2q+pL)}}$$

Voyons comment varie, pendant la durée de l'ascension d'une tonne, la somme des moments des forces appliquées à l'arbre des bobines. D'abord, il est évident que les tonnes se trouveront à la même hauteur dans le puits, et que les bras de levier des poids de ces tonnes et de leurs câbles seront égaux entre eux, lorsque l'arbre aura fait la moitié du nombre de tours nécessaire pour élever la tonne pleine jusqu'au jour, c'est-à-dire lorsque cet arbre aura tourné d'un angle égal à $\frac{\theta_1}{2}$.

En effet, si, au moment où les deux tonnes se trouvent au même niveau dans le puits, l'on changeait le sens du mouvement de rotation de l'arbre, la tonne vide serait remontée au jour et la tonne pleine redescendue au fond du puits, lorsque l'arbre aurait fait un nombre de tours égal à celui qu'il a dû faire pour amener les tonnes au même niveau. Or, le mouvement rétrograde, que nous venons de supposer, est précisément celui qui aura lieu lorsque les câbles, auxquels sont respectivement suspendues les tonnes pleine et vide, seront chargés des tonnes vide et pleine. Ainsi, l'arbre doit faire le même nombre de tours pour amener les tonnes au même niveau dans le puits, et pour les amener de ce point, l'une au jour et l'autre au fond. Il est tout aussi évident que les bras de le-

vier sont alors égaux, car le nombre de spires du câble enveloppées sur chaque bobine, est la moitié du nombre total des spires qui sont enveloppées lorsqu'une tonne est arrivée au jour. Ce bras de levier est donc égal à la moyenne arithmétique entre les valeurs extrêmes r et R , c'est-à-dire à $\frac{R+r}{2}$.

Comme d'ailleurs les deux câbles sont alors de longueur égale, leurs poids se font équilibre, ainsi que celui des tonnes vides; et le moment de la résistance appliquée à l'arbre est simplement égal au moment du poids du contenu de la tonne pleine, c'est-à-dire à $\frac{R+r}{2} \times Q$.

Or, de l'équation (3), qui exprime que les moments des forces appliquées à l'arbre sont égaux à l'origine et à la fin de la course, on tire :

$$r \left(\frac{Q}{2} + q + pL \right) = R \left(\frac{Q}{2} + q \right)$$

Ajoutons aux deux membres de cette équation :

$$r \times \frac{Q}{2} - qR,$$

il vient :

$$r(Q + q + pL) - qR = (R+r) \frac{Q}{2}.$$

Cette dernière équation exprime que le moment des forces appliquées à l'arbre, au moment où les tonnes arrivent au même niveau dans le puits, est égal au moment des forces appliquées

à l'arbre, aux deux extrémités de la course des tonnes. En conséquence, il y a trois points où les moments sont égaux, savoir : les points extrêmes de la course des tonnes, et celui où elles sont au même niveau dans le puits. Voyons maintenant comment le moment de ces forces varie dans l'intervalle.

Nous reprendrons ici la question dans toute sa généralité, en supposant que l'on n'a pas encore déterminé la valeur de r .

Désignons par z_0 le bras de levier de la tonne montante,

S_0 sa distance au fond du puits,

z_1 le bras de levier de la tonne descendante,

S_1 sa distance au jour. Conservant d'ailleurs les mêmes notations que précédemment, on aura les équations :

$$\begin{aligned} z_0 &= r + e \frac{\theta}{2\pi} & S_0 &= r\theta + e \frac{\theta^2}{4\pi} \\ z_1 &= R - e \frac{\theta}{2\pi} & S_1 &= R\theta - \frac{e\theta^2}{4\pi} \end{aligned}$$

De ces équations on tire :

$$z_0 + z_1 = R + r; \quad S_1 + S_0 = (R+r)\theta.$$

La distance des deux tonnes entre elles est, pour un angle θ dont l'arbre a tourné :

$$L - (S_1 + S_0) = L - (R+r)\theta.$$

Au point où les tonnes se rencontrent, cette distance étant nulle, il s'ensuit que l'on a :

$$L - (R+r)\theta = 0, \text{ d'où } \theta = \frac{L}{R+r}. \quad (a)$$

C'est la valeur de l'angle θ correspondant à la

rencontre des tonnes. D'ailleurs, on a aussi pour ce même angle θ , $z_1 = z_0$:

$$R - e \frac{\theta}{2\pi} = r + e \frac{\theta}{2\pi}, \quad R - r = e \frac{\theta}{\pi}.$$

$$\theta = \frac{\pi (R - r)}{e} \quad (b)$$

Egalant ces deux valeurs de θ , il vient :

$$\frac{eL}{\pi} = R - r$$

Telle est la relation générale qui lie R et r , et qui détermine R quand on s'est donné r .

Si nous désignons par ρ le rayon vecteur de la spirale, au moment où les deux tonnes se rencontrent dans le puits, nous aurons généralement $\rho = \frac{R+r}{2}$. Si nous désignons d'ailleurs par ω l'angle que le rayon vecteur ou le bras de levier de la tonne montante forme avec le rayon vecteur moyen ρ , nous aurons :

$$z_0 = \rho + \frac{e}{2\pi} \omega$$

$$z_1 = \rho - \frac{e}{2\pi} \omega$$

l'angle ω pouvant varier depuis $-\frac{L}{2\rho}$ jusqu'à $+\frac{L}{2\rho}$. En général θ désignant l'angle dont l'arbre a tourné, on a : $\theta = \omega + \frac{L}{2\rho}$.

D'ailleurs on aura :

$$S_0 = \rho\omega + \frac{e}{4\pi} \omega^2 + C$$

La constante C est déterminée par la condition que l'on ait $S_0 = 0$ pour $\omega = -\frac{L}{2\rho}$. Cette condition donne :

$$S_0 = \frac{L}{2} - \frac{e}{4\pi} \frac{L^2}{4\rho^2} + \rho\omega + \frac{e}{4\pi} \omega^2$$

On aura de même :

$$S_1 = \rho\omega - \frac{e}{4\pi} \omega^2 + C_1$$

La constante C_1 étant déterminée par la condition que l'on ait $S_1 = 0$ pour $\omega = +\frac{L}{2\rho}$, ce qui donne :

$$S_1 = \frac{L}{2} + \frac{e}{4\pi} \frac{L^2}{4\rho^2} + \rho\omega - \frac{e}{4\pi} \omega^2$$

Le moment de la résultante des forces appliquées à l'arbre, est en un point quelconque de la course des tonnes, exprimé par :

$$z_0 (Q + q + p (L - S_0)) - z_1 (q + p S_1) = M$$

Substituant dans cette expression les valeurs ci-dessus de z_0 , z_1 , S_0 , S_1 , il vient, toute réduction faite,

$$M = Q\rho + \omega \left(\frac{(Q + 2q + pL)e}{2\pi} - 2p\rho^2 + \frac{pe^2}{4\pi^2} \frac{L^2}{4\rho^2} \right) - \frac{pe^2}{4\pi^2} \omega^2$$

Comme $Q\rho$ est la valeur moyenne du moment M , on a, en faisant passer $Q\rho$ dans le premier membre, et mettant ω en facteur commun dans le second :

$$M - Q\rho = \omega \left\{ (Q + 2q + pL) \frac{e}{2\pi} - 2p\rho^2 + \frac{pe^2}{4\pi^2} \frac{L^2}{4\rho^2} - \frac{pe^2}{4\pi^2} \omega \right\}$$

Cette équation nous fait voir que le premier membre s'évanouit d'abord pour $\omega = 0$, comme cela devait être, et ensuite pour deux autres valeurs de ω égales, et de signes contraires que l'on trouve en égalant à 0 le facteur entre parenthèses. En outre, on voit que pour des valeurs de ω égales et de signes contraires, le second membre a deux valeurs égales numériquement, l'une positive, l'autre négative. Ainsi, pour des angles égaux, décrits par l'arbre en deçà et au delà du point de rencontre des deux tonnes dans le puits, la valeur de M s'écarte également de la valeur du moment moyen $Q\rho$.

On doit disposer de la valeur de ρ de telle sorte que les deux valeurs de ω , qui rendent nul le facteur entre parenthèses du second membre, ne soient point imaginaires; et de plus, que pour toutes les valeurs de ω comprises entre $-\frac{L}{2\rho}$ et $+\frac{L}{2\rho}$, les valeurs numériques du premier membre restent les plus petites possibles. Ainsi, si l'on veut que $M - Q\rho$ soit nul au commencement et à la fin de l'ascension de la tonne, il faudra donner à ρ une valeur telle, que le facteur entre parenthèses du second membre s'évanouisse pour $\omega = \pm \frac{L}{2\rho}$.

Cette condition nous donne $\omega = \frac{L}{4\rho}$.

$$(Q + 2q + pL) \frac{e}{2\pi} - 2p\rho^2 = 0$$

d'où

$$\rho = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{Q + 2q + pL}{\pi}} \times \frac{e}{p}$$

la valeur générale de $M - Q\rho$ devient alors

$$M - Q\rho = \frac{pe^2}{4\pi^2} \omega \left(\frac{L^2}{4\rho^2} - \omega^2 \right).$$

Si on égale à 0 le coefficient différentiel du second membre, par rapport à ω , on aura :

$$\frac{L^2}{4\rho^2} - 3\omega^2 = 0; \text{ d'où } \omega = \pm \frac{L}{\rho} \sqrt{\frac{1}{12}}.$$

Les valeurs maxima et minima de $M - Q\rho$ seront en conséquence :

$$\pm \frac{pe^2}{4\pi^2} \times \frac{1}{12} \sqrt{\frac{1}{12}} \frac{L^3}{\rho^3}.$$

L'écart maximum de M est la valeur numérique de l'expression précédente. Ainsi, $M - Q\rho$, qui est nul pour $\omega = -\frac{L}{2\rho}$ ou $\theta = 0$, demeure négatif pour toutes les valeurs négatives de ω . Il atteint la valeur minimum, ou la plus grande valeur numérique, lorsque $\omega = -\sqrt{\frac{1}{12}} \frac{L}{\rho}$, ou que $\theta = \frac{L}{\rho} \left(\frac{1}{2} - \sqrt{\frac{1}{12}} \right)$. La valeur numérique de $M - Q\rho$ décroît alors jusqu'à ce que, pour $\omega = 0$, ou $\theta = \frac{L}{2\rho}$, elle devienne nulle; c'est le point où les deux tonnes se rencontrent. Puis, pour les valeurs positives de ω , M devient supérieur à $Q\rho$,

et continue de croître jusqu'à ce que l'on ait $\omega = \frac{L}{\rho} \sqrt{\frac{1}{13}}$, ou $\theta = \frac{L}{\rho} \left(\frac{1}{3} + \sqrt{\frac{1}{13}} \right)$. M ayant alors atteint son maximum décroît jusqu'à ce qu'il devienne égal de nouveau à $Q\rho$, ce qui a lieu lorsque $\omega = +\frac{L}{2\rho}$, ou $\theta = \frac{L}{\rho}$.

La valeur de ρ , que nous venons de déterminer ainsi, est-elle la plus convenable, c'est-à-dire celle qui resserre entre les limites les plus étroites les valeurs successives de $M - Q\rho$? Pour nous en assurer, supposons qu'on veuille choisir ρ , de manière que l'on ait $M = Q\rho$ pour les deux valeurs de ω , $-\frac{L}{2m\rho}$, $+\frac{L}{2m\rho}$, m désignant un nombre positif plus grand que 1. L'équation qui déterminera ρ sera alors :

$$(Q+2q+pL) \frac{e}{2\pi} - 2p\rho^2 + \frac{pe^2}{4\pi^2} \frac{L^2}{\rho^2} \left(\frac{m^2-1}{4m^2} \right) = 0 \quad (\alpha)$$

d'où l'on tire :

$$\rho = \sqrt{(Q+2q+pL) \frac{e}{8\pi p} + \sqrt{\frac{(Q+2q+pL)^2 e^2}{64\pi^2 p^2} + \frac{e^2 L^2}{8\pi^2} \times \frac{m^2-1}{4m^2}} \quad (\text{A})$$

Des trois autres racines de l'équation (α), l'une est négative, et les deux autres sont évidemment imaginaires, lorsque m est > 1 , comme nous le supposons.

En vertu de l'équation (α), la valeur générale de $M - Q\rho$ devient :

$$M - Q\rho = \omega \left\{ \frac{L}{4m^2\rho^2} - \omega^2 \right\} \frac{pe^2}{4\pi^2}$$

Les valeurs de ω , qui rendent le premier membre un maximum ou un minimum, sont celles qui satisfont à l'équation :

$$\frac{L}{4m^2\rho^2} - 3\omega^2 = 0, \text{ c'est-à-dire } \omega = \pm \sqrt{\frac{1}{12}} \frac{L}{m\rho}$$

Pour ces valeurs de ω on a :

$$M - Q\rho = \pm \frac{pe^2}{4\pi^2} \sqrt{\frac{1}{12}} \times \frac{1}{12} \times \frac{1}{m^2} \frac{L^3}{\rho^3}$$

Ainsi, entre les valeurs de ω , $-\frac{L}{2m\rho}$ et $+\frac{L}{2m\rho}$, le plus grand écart du moment M de la valeur moyenne est numériquement égal à

$$\frac{pe^2}{4\pi^2} \times \sqrt{\frac{1}{12}} \times \frac{1}{12} \times \frac{1}{m^2} \frac{L^3}{\rho^3}$$

Remarquons que la valeur de ρ croît avec le nombre m . Ainsi, l'écart du moment M pour toutes les valeurs de ω comprises entre $-\frac{L}{2m\rho}$ et $+\frac{L}{2m\rho}$ décroît à mesure que m augmente dans une proportion plus rapide que le cube de la fraction $\frac{1}{m}$.

Mais il faut encore vérifier quelles sont les valeurs de $M - Q\rho$ depuis $\omega = -\frac{L}{2\rho}$ jusqu'à $\omega = -\frac{L}{2m\rho}$,

et depuis $\omega = +\frac{L}{2m\rho}$ jusqu'à $\omega = +\frac{L}{2\rho}$. Pour

$\omega = \pm \frac{L}{2\rho}$, nous aurons :

$$M - Q\rho = \pm \frac{pe^2}{4\pi^2} \left(\frac{1}{8m^2} - \frac{1}{8} \right) \frac{L^2}{\rho}$$

La valeur numérique du second membre augmente à mesure que m augmente, et croît indéfiniment avec m . Il est vrai que ρ augmente en même temps que m , ce qui fait que le facteur $\frac{L^2}{\rho}$ diminue. Il faudrait, pour opérer rigoureusement, substituer à ρ , dans l'équation précédente, sa valeur en m , ce qui donnerait une expression très-compiquée.

Sans entreprendre ce calcul, on peut se proposer de déterminer m de telle sorte, que l'écart de M , de sa valeur moyenne aux extrémités de la course des tonnes, ne dépasse point l'écart maximum de M pour les valeurs de ω comprises entre $-\frac{L}{2mp}$ et $+\frac{L}{2mp}$. Il suffit pour cela que l'on ait :

$$\frac{1}{8} - \frac{1}{8m^2} < \frac{2}{13} \sqrt{\frac{1}{13}} \times \frac{1}{m^2}$$

ou bien, comme m est un nombre positif,

$$m^3 - m < \frac{4}{13} \sqrt{\frac{1}{13}}$$

m étant toujours plus grand que l'unité, $m^3 - m$ augmente avec m . Comme la valeur de m la plus convenable est la plus grande de toutes celles qui satisfont à l'inégalité précédente, il s'ensuit que cette valeur de m est donnée par l'équation

$$m^3 - m = \frac{4}{13} \sqrt{\frac{1}{13}} = 0,3849.$$

Cette équation n'a qu'une seule racine positive et plus grande que 1, qui satisfasse par conséquent

aux conditions du problème. Cette racine est à $\frac{1}{100}$ près 1,16.

Cette valeur est celle qu'il convient d'adopter, et qui, substituée dans (A), donnera la valeur du bras de levier moyen ρ . Connaissant ρ , on déterminera le rayon vecteur minimum de la spirale, ou le rayon du noyau de la bobine au moyen des relations $\frac{R+r}{2} = \rho$.

$$\pi (R^2 - r^2) = eL$$

d'où l'on tire :

$$r = \frac{4\pi\rho^2 - eL}{4\pi\rho}$$

$$R = \frac{4\pi\rho^2 + eL}{4\pi\rho}$$

Dans la solution du problème que nous venons d'exposer, nous n'avons pas tenu compte de la tension des câbles provenant de la variation de vitesse des tonnes montante et descendante, et des parties de câbles auxquels elles sont suspendues pendant la durée du mouvement. Il est facile de le faire pour le cas où on suppose que l'arbre des bobines tourne avec une vitesse angulaire uniforme.

Soit v cette vitesse angulaire, u_0 la vitesse de la tonne montante et de son câble, u_1 la vitesse de la tonne descendante et de son câble. La vitesse u_0 croît à mesure que la première tonne s'élève dans le puits, tandis que la vitesse u_1 décroît à mesure que la seconde tonne descend. On a pour une position quelconque des tonnes :

$$u_0 = v z_0 = v \rho + v \frac{e}{2\pi} \omega$$

$$u_1 = v z_1 = v \rho - v \frac{e}{2\pi} \omega$$

donc :

$$\frac{du_0}{dt} = v \frac{e}{2\pi} \frac{d\omega}{dt}$$

$$\frac{du_1}{dt} = -v \frac{e}{2\pi} \frac{d\omega}{dt}$$

D'ailleurs l'accroissement $d\omega$ de l'angle ω pendant l'instant dt est égal à $v dt$; d'où $\frac{d\omega}{dt} = v$. En conséquence :

$$\frac{du_0}{dt} = \frac{e}{2\pi} v^2$$

$$\frac{du_1}{dt} = -\frac{e}{2\pi} v^2$$

La vitesse u_0 est uniformément accélérée; la vitesse u_1 uniformément retardée.

La tension du câble de la tonne montante, à la partie supérieure du puits, est augmentée, par suite de l'accélération de la tonne montante, de

$$\frac{Q+q+p(L-S_0)}{g} \frac{du_0}{dt} = \frac{Q+q+p(L-S_0)}{g} \frac{e}{2\pi} v^2$$

g désignant l'intensité de la pesanteur.

La tension du câble de la tonne descendante est augmentée également, par suite du ralentissement de vitesse de la tonne et de son câble, de

$$\frac{q+pS_1}{g} \times \frac{du_1}{dt} = \frac{q+pS_1}{g} \times \frac{e}{2\pi} v^2$$

Le moment moyen de la résultante des forces appliquées à l'arbre est égal à $\rho \left(Q + \frac{Q}{g} \frac{e}{2\pi} v^2 \right)$.

Ainsi, on voit que pour tenir compte de l'excès de tension dû à la variation de vitesse des tonnes et des câbles auxquels elles sont suspendues, il suffit de substituer, dans les équations auxquelles nous sommes arrivés à Q , q , et p , les produits de ces mêmes quantités par $1 + \frac{e}{2\pi} \frac{v^2}{g}$.

Si l'on pose pour abrégé :

$$Q + \frac{Q}{g} \frac{e}{2\pi} v^2 = Q'$$

$$q + \frac{q}{g} \frac{e}{2\pi} v^2 = q'$$

$$p + \frac{p}{g} \frac{e}{2\pi} v^2 = p'$$

il vient pour la valeur générale de M

$$M - Q' \rho = \omega \left[(Q' + 2q' + p'L) \frac{e}{2\pi} - 2p' \rho^2 + \frac{p'e^2}{4\rho^2} + \frac{L^2}{4\rho^2} \frac{p'e^2}{4\pi^2 \omega^2} \right] \quad (A')$$

Or, la valeur de ρ donnée par l'équation (A) ne change point quand on y substitue à Q , q et p les produits respectifs de ces quantités par un même facteur. Ainsi, il est inutile de tenir compte de l'inertie des tonnes et du câble dans la détermination du rayon ρ . Il faudrait encore, à la rigueur, tenir compte du mouvement varié des molettes sur lesquelles passent les câbles. La molette de la tonne montante tourne avec une vitesse angulaire uniformément accélérée, et

l'autre molette avec une vitesse angulaire uniformément retardée; les tensions des deux câbles sont augmentées à cause de cela d'une quantité constante. Si nous appelons K le moment d'inertie de chacune des deux molettes par rapport à son axe, ν' sa vitesse angulaire, $K \frac{d\nu'}{dt}$ sera l'augmentation de tension du câble produite par le mouvement varié de cette molette. Or, on a pour la molette de la tonne montante : $\nu' = \frac{u_0}{R'}$, R' étant le rayon de la molette

$$\frac{d\nu'}{dt} = \frac{1}{R'} \frac{du_0}{dt} = \frac{e}{2\pi R'}$$

Pour la molette de la tonne descendante, on aura de même :

$$\nu'' = \frac{u_1}{R'}; \quad \frac{d\nu''}{dt} = \frac{1}{R'} \frac{du_1}{dt} = -\frac{e}{2\pi R'}$$

$\frac{K}{R'} \frac{e}{2\pi} \nu^2$ sera donc l'augmentation de tension produite sur les parties des deux câbles comprises entre les molettes et les bobines, par suite du mouvement accéléré de l'une, et du mouvement retardé de l'autre.

Ainsi, l'expression de M , donnée précédemment, renfermerait un terme de plus, et deviendrait :

$$\begin{aligned} M &= z_0(Q' + q' + p'(L - S_0)) - z_1(q' + p'S_1) + \frac{K}{R'} \frac{e}{2\pi} \nu^2 (z_0 - z_1) \\ &= z_0(Q' + q' + p'(L - S_0)) - z_1(q' + p'S_1) + \frac{K}{R'} \frac{e^2}{2\pi^2} \nu^2 \omega. \end{aligned}$$

Cette expression pour $\omega = 0$ devient toujours

égale à $Q' \rho$, le terme relatif à l'inertie des deux molettes disparaissant alors de l'équation.

L'on peut, au reste, tenir compte du terme $\frac{K}{R'} \frac{e^2}{2\pi} \nu^2 \omega$, sans aucune difficulté; cela exigera seulement que l'on ait déterminé le moment d'inertie d'une molette, et que l'on connaisse d'avance la vitesse angulaire que doit recevoir l'arbre des bobines, vitesse dont la connaissance est d'ailleurs nécessaire pour évaluer Q' , q' et p' .

Nous n'avons point à tenir compte de la variation du moment d'inertie de l'arbre par suite des spires successives de câbles qui s'enveloppent d'un côté et se développent de l'autre, parce que les portions de câble qui s'enveloppent sont animées au moment où elles s'enveloppent de vitesses égales à celles qu'elles doivent conserver jusqu'à la fin du mouvement régulier de l'arbre. Les portions de câble successives qui se déroulent conservent aussi leur vitesse au moment où elles abandonnent la bobine pour se redresser. Nous avons tenu compte de l'inertie du câble, en substituant à Q , q et p les valeurs Q' , q' et p' .

Enfin, nos calculs n'embrassent que la partie du mouvement de la machine qui est régulière, c'est-à-dire pendant la durée de laquelle le mouvement angulaire de l'arbre est uniforme. Les parties du mouvement voisines des points de départ et d'arrivée des tonnes pendant lesquelles le mouvement est accéléré ou retardé ne sauraient être l'objet de l'analyse.

La théorie des tambours coniques ne diffère pas de celle des câbles plats que nous venons d'exposer avec détail.

Lorsque l'on emploie des câbles ronds, et que

l'on veut faire varier les rayons, à l'extrémité desquels agissent les poids des tonnes, à mesure que les longueurs des câbles développés augmentent ou diminuent, on remplace le tambour cylindrique dont on fait habituellement usage par deux tambours ayant la forme de deux cônes tronqués. Ces cônes tronqués sont adossés par leur grande base, quand ils doivent tourner autour d'un axe horizontal; ils sont disposés l'un au-dessous de l'autre, la petite base en haut, quand ils doivent tourner autour d'un axe vertical. Les deux câbles s'enroulent sur les deux tambours en spires contiguës, dont le diamètre augmente à mesure que le câble se raccourcit.

Si nous désignons par e le diamètre du câble, par φ l'angle que l'apothème de chaque tronc de cône forme avec son axe, il est évident, à cause de la contiguïté des spires, qu'à chaque tour de l'arbre le rayon vecteur de la spire, compté à partir de l'axe du tronc de cône, augmentera ou diminuera de la quantité $e \sin. \varphi$.

Si donc nous conservons les notations adoptées précédemment, l'on voit que la courbe qu'affectera l'axe du câble enroulé sur le tambour conique aura pour projection, sur un plan parallèle aux bases du cône, une spirale d'Archimède, dont le rayon vecteur augmentera de $e \sin. \varphi$ pour un angle égal à quatre droits. L'équation de cette spirale sera en conséquence
$$z = \rho + \frac{e \sin. \varphi}{2\pi} \omega.$$

La longueur développée du câble sera sensiblement égale à la longueur développée de la spirale suivant laquelle il se projette. (Cela revient à négliger une quantité moindre que la

longueur de l'un des tambours par rapport à la longueur totale du câble, ce qui évidemment ne saurait donner lieu à aucune erreur préjudiciable.)

Cela admis, tout ce que nous avons dit sur les câbles plats, et les équations auxquelles nous sommes arrivés et qui fournissent les valeurs du rayon moyen ρ , du rayon minimum et du rayon maximum du tambour, s'appliqueront à la question des tambours coniques. Il suffira évidemment de remplacer dans ces équations l'épaisseur e du câble plat, par le produit $e \sin. \varphi$ du diamètre du câble par le sinus de l'angle φ , inclinaison de l'apothème du tronc de cône sur son axe.

Exemple de l'application des formules précédentes.

Supposons que l'on élève de la houille du fond d'un puits de 400 mètres de profondeur; chaque tonne contient 800 kilogr. de houille, et pèse, vide, 130 kilogr. L'épaisseur du câble plat est de 0^m,03; son poids, par mètre courant, 7 kilogr. Ce sont à peu près les dimensions des tonnes et des câbles employés dans les mines des environs d'Anzin.

Nous aurons alors :

$$Q = 800, q = 130, L = 400, e = 0,03 p = 7$$

Nous déterminerons le rayon moyen ρ , au moyen de l'équation (A), dans laquelle nous ferons $m = 1,16$. On trouve, tout calcul fait, $\rho = 1^m,18$.

Nous avons négligé l'influence de l'inertie des molettes. Il est aisé de voir que cette inertie, si l'on en tient compte, n'influera pas d'une manière sensible sur la valeur de ρ .

En effet, supposons que l'on veuille donner aux tonnes une vitesse moyenne de $1^m,18$ par seconde, le rayon moyen ne devant pas beaucoup s'écarter de la valeur de ρ trouvée précédemment, nous pourrions prendre $1^m,18$ pour la vitesse angulaire de l'arbre des bobines, et introduire cette valeur de ν dans l'équation (A'). Nous avons déjà fait voir que la valeur de ρ demeure la même lorsque l'on tient compte du mouvement varié des tonnes et des câbles, en négligeant toutefois l'inertie des molettes. D'un autre côté, il est évident que par l'effet de cette inertie, la tension de chaque câble est augmentée, pendant la durée du mouvement, de la quantité $\frac{K}{R} \frac{e}{2\pi} \nu^2$, ce qui revient à supposer que le poids q' de chaque tonne vide (tel qu'il entre dans l'équation (A')), est augmenté de la quantité ci-dessus. Or, $\frac{K}{R} \frac{e}{2\pi} \nu^2$ n'est, dans les circonstances ordinaires du mouvement, qu'une très-petite fraction de q' . En effet nous avons $q = 130$

$$q' = 130 + \frac{q}{g} \frac{e}{2\pi} \nu^2.$$

En prenant pour ν , $1^m,18$, pour g , $9,81$, on trouve $q' = 130 + 0,0878 = 130,0878$.

Admettons que le moment d'inertie K de chaque molette soit égal à celui d'un anneau du poids de 150 kilogr., dont tous les points maté-

riels seraient à 1 mètre de distance de l'axe de la molette, et que le rayon R' de chaque molette soit d'un mètre, on aura alors $\frac{K}{R'} = \frac{150}{g} = \frac{150}{9,81}$

et $\frac{K}{R'} \frac{e}{2\pi} \nu^2 = 0,1014$. Dans la pratique, la valeur

de $\frac{K}{R'}$ est toujours inférieure à celle que nous venons d'admettre; et l'on voit que, même dans cette hypothèse exagérée, $\frac{K}{R'} \frac{e}{2\pi} \nu^2$ n'est pas un millième de la valeur de q' .

L'influence de l'inertie des molettes est donc tout à fait négligeable, et l'on peut s'en tenir à la valeur de ρ précédemment déterminée.

Si $\rho = 1^m,18$

$$\text{On trouve } r = \frac{4\pi\rho^2 - eL}{4\pi\rho} = 0^m,37.$$

$$R = 2\rho - r = 1^m,99.$$

Si nous avons déterminé le rayon moyen ρ , en faisant $m=1$ dans l'équation (A), nous aurions trouvé

$$\rho = \frac{1}{2} \sqrt{\frac{(Q + 2q + pL)}{p}} \times \frac{e}{\pi} = 1^m,15; r = 0^m,32.$$

$$R = 1^m,98.$$

Les valeurs du rayon moyen ρ , déterminé dans les deux cas de $m=1$, et $m=1,16$, diffèrent très-peu; mais les écarts maxima de la valeur de $M - Q\rho$ diffèrent beaucoup plus. Car quand on a $\rho = 1,15$, $m=1$, l'écart maximum de M , par rapport au moment moyen, est égal à: $\frac{pe^2}{4\pi^2} - \frac{2}{12} \sqrt{\frac{1}{12\rho^2}} = 322$

et comme le moment moyen $Q\rho = 1,15 \times 800 = 920$, on voit que l'écart maximum est alors $\frac{1}{2,86}$ (plus d'un tiers) en plus ou en moins de la valeur moyenne $Q\rho$. Si on adopte au contraire pour ρ la valeur 1,18, l'écart maximum est égal à $\frac{pe^2}{4\pi^2} \frac{2}{12} \sqrt{\frac{1}{12} \frac{1}{m^3} \frac{L^3}{\rho^3}} = 191$ et comme on a alors $Q\rho = 1,18 \times 800 = 944$, on voit que l'écart maximum est seulement de $\frac{1}{4,94}$ (très-peu au-delà de $\frac{1}{5}$) de la valeur moyenne $Q\rho$.

Cas où l'on emploierait des chaînes en fer d'un poids variable avec la longueur.

Lorsque l'on emploie des câbles plats en fer, il est convenable de proportionner la section transversale du câble au poids que doit porter chacun de ses éléments dans le mouvement de la machine. Il est facile de voir que si un câble d'une longueur quelconque est chargé d'un poids constant à son extrémité inférieure, la section du câble, pour qu'il offre partout une égale résistance à la rupture, doit croître en progression géométrique pour des longueurs croissantes en progression arithmétique. On ne peut pas faire décroître la section du câble d'une manière continue, mais on compose chaque câble de plusieurs parties où la section transversale va en décroissant.

Prenons pour exemple les chaînes en fer ruban, telles que les construit aujourd'hui M Galle. Ces chaînes sont formées de maillons de 3 pouces de longueur entre les œillets où passent

les goupilles : ces maillons ont 2 millimètres d'épaisseur et 23 millimètres de largeur au milieu ; chaque maillon peut porter sans rompre un poids de plus de 1600 kilogrammes. Supposons qu'on ne veuille charger chaque maillon dans la pratique que de 250 kilogrammes, moins de $\frac{1}{6}$ de la résistance absolue.

24 maillons pèsent ensemble $1^k,10$; 12 goupilles (nombre qui entre dans un mètre courant de chaîne) pèsent ensemble $0^k,68$.

Ainsi le mètre courant de chaîne composée de 6 maillons, pouvant porter un poids de $6 \times 250 = 1500$ kilogr., pèse $3^k,91$.

Si on augmente de 2 le nombre de maillons, on augmente le poids du mètre courant de $1^k,10$, et comme ces deux maillons peuvent porter 500 kilogr., on voit que pour un poids de $1^k,10$ par mètre, on augmente la résistance de la chaîne de 500 kilogr. Si donc on désigne par P la charge à l'extrémité de la chaîne, on formera cette chaîne ainsi qu'il suit :

$$\text{Longueur de la portion de chaîne à 6 maillons.} = \frac{1500 - P}{3,91} = l \text{ mètres}$$

$$\text{Longueur de chaîne à 8 maillons} \quad \frac{500}{5,01} = 100$$

$$\text{Id. à 10} \quad \frac{500}{6,11} = 81$$

$$\text{Id. à 12} \quad \frac{500}{7,21} = 69$$

$$\text{Id. à 14} \quad \frac{500}{8,31} = 60$$

<i>Id.</i>	à 16	$\frac{500}{9.41} = 53$
<i>Id.</i>	à 18	$\frac{500}{10.51} = 47$

On voit que l'on allongera la chaîne par des portions successives de longueur décroissante et prenant chaque fois deux maillons de plus.

Dans la pratique, on n'aura presque jamais des longueurs supérieures à 400 mètres, ni des poids supérieurs à 1500^k à l'extrémité inférieure de la chaîne. Une chaîne, dans ces circonstances, serait formée comme il suit :

NOMBRE DE MAILLONS.	LONGUEUR.	POIDS	POIDS TOTAL
		par mètre.	par portion.
	mètres.		kilogr.
6	0	3.91	0
8	100	5.01	501
10	81	6.11	495.91
12	69	7.21	497.49
14	60	8.31	498.60
16	53	9.41	498.73
18	47	10.51	493.97
Longueur totale et poids total		410	2984.70

Pour déterminer, dans ce cas, le rayon moyen le plus convenable à donner aux bobines, l'on sera obligé de procéder par tâtonnement. Essayons d'abord de déterminer ρ en prenant l'équation (A), dans laquelle on remplacera pL par le poids total du câble, et p par le rapport du poids total

du câble à sa longueur. Si P désigne le poids total du câble, la valeur de ρ sera donnée par l'équation :

$$\rho = \sqrt{(Q+2q+P)\frac{eL}{8\pi P}} + \sqrt{(Q+2q+P)\frac{e^2L^2}{64\pi^2 P^2} + \frac{m^2-1}{4m^2} \times \frac{e^2L^2}{8\pi^2}}$$

dans laquelle on fera encore $m=1,16$.

Proposons-nous, par exemple, le cas où les tonnes vides pesant 130 kilogrammes chacune, et le contenu de la tonne pleine 800^k, comme dans l'exemple traité précédemment pour les câbles plats, on emploierait des câbles en fer de la construction de M. Galle. Le câble en fer sera composé alors comme il suit :

Portions de chaîne	1500-930	mètres.	kil.
à 6 maillons	$\frac{1500-930}{3.91} =$	145	pesant 566.95
à 8		100	501
à 10		81	494.91
à 12		69	497.49
à 14		5	41.55
Longueur totale et poids total		400	2101.90

On a d'ailleurs $e=0^m,023$.

La valeur de ρ , calculée d'après l'équation précédente, sera $\rho=1^m,08$, d'où l'on tire $r=0^m,4022$, $R=1^m,7578$, le moment moyen = 864.

D'après ces données, les sommes des moments aux deux extrémités de la course des tonnes seront :

Au moment du départ :

$$\left. \begin{array}{l} 0.4022(930+2101.90) - 1.7578 \times 130 = 991 \\ \text{à l'arrivée au jour,} \\ 1.7578 \times 930 - 0.4022(130+2101.90) = 737 \end{array} \right\} \text{moyenne 864}$$

L'écart aux deux extrémités de la course est donc seulement d'un peu plus que le septième du moment moyen; ainsi il est moindre que dans le cas où le poids des câbles est uniforme sur toute la longueur.

Il faudra, pour élever une tonne au jour, que l'arbre fasse un nombre de tours donné par l'équation $\frac{\theta}{2\pi}$ ou $n = \frac{R-r}{e} = 58,96$.

Vérifions quel sera l'écart de la somme des moments après 22 tours de l'arbre.

On a alors :

$$z_0 = r + 22 \times e \quad z_1 = R - 22 \times e$$

$$z_0 = 0,9082 \quad z_1 = 1,2518$$

$$S_0 = 22 \times 2\pi \left(r + \frac{e \times 22}{2} \right) \quad S_1 = 22 \times 2\pi \left(R - \frac{e \times 22}{2} \right)$$

$$S_0 = 90,57 \quad S_1 = 208,01$$

Le poids du câble, auquel est suspendue la tonne montante, est de $1,461^k, 62$; celui de la portion de câble, portant la tonne descendante, de $882^k, 63$. La somme algébrique des moments est égale à 904 ; l'écart n'est plus que de 40 .

On trouvera de même qu'après 28 tours la somme des moments est égale à $880,6$.

Si l'on traçait une courbe ayant pour abscisses le nombre de tours et pour ordonnées la somme des moments, il est évident que l'ordonnée de cette courbe irait constamment en décroissant depuis $n=0$ jusques à $n=58,96$. Il n'est pas moins évident que pour des valeurs de n également distantes de $29,48$ en dessus ou en dessous, les valeurs des ordonnées s'écarteraient également

en dessus et en dessous de la valeur moyenne correspondante à $n=29,48$. Ainsi, dans l'exemple que nous avons choisi, la courbe n'est coupée qu'en un seul point par une ligne parallèle à l'axe des abscisses. Si l'on veut qu'elle soit coupée en trois points, il faudra prendre pour m une valeur plus petite que $1,16$. En prenant $m=1$, c'est-à-dire en prenant pour condition que la somme des moments soit égale au moment moyen, aux deux extrémités de la course des tonnes, on trouve :

$$\rho = \frac{1}{2} \sqrt{(Q+2q+P) \frac{eL}{\pi P}}$$

$$= 1,049 \quad r = 0,3511 \quad R = 1,7469$$

valeur du moment moyen $1,049 \times 800 = 839,2$, nombre de tours de l'arbre nécessaire pour amener une tonne au jour $n=60,69$.

Après 16 tours de l'arbre, on a :

$$z_0 = 0,3511 + 0,023 \times 16 \quad z_1 = 1,7469 - 0,023 \times 16$$

$$z_0 = 0,7191 \quad z_1 = 1,3789$$

$$S_0 = 53^m,79 \quad S_1 = 157^m,12$$

La somme des moments des forces appliquées à l'arbre est égale à 852 . — L'écart est de $12,8$, très-petite fraction du moment moyen.

Après 24 tours de l'arbre :

$$z_0 = 0,3511 + 0,552 \quad z_1 = 1,7469 - 0,552$$

$$z_0 = 0,9031 \quad z_1 = 1,1949$$

$$S_0 = 94,56 \quad S_1 = 221,80$$

La somme des moments est égale à 845 ; l'écart est de $6,2$ au-dessus du moment moyen.

On voit que la chaîne, construite de parties d'inégale section, contribue beaucoup à la presque uniformité de la somme des moments pendant l'élévation des tonnes.

NOTICE

Sur le ventilateur employé comme machine soufflante des cubilots dans le département de la Seine-Inférieure ;

Par M. DE SAINT-LÉGER, Ingénieur des mines (1).

La seule machine soufflante employée dans les fonderies de quelque importance du département de la Seine-Inférieure est le ventilateur à force centrifuge.

On se sert aussi de soufflets dans plusieurs petits établissements, et il eût été intéressant de faire quelques essais pour comparer leurs effets à ceux du ventilateur, mais je n'ai pu tenter aucune expérience, parce que les propriétaires ont refusé de s'y prêter. Je ne puis présenter de résultats positifs que sur le ventilateur de la fonderie de MM. Martin et fils. Il est au reste de beaucoup plus grand et mieux établi que tous les autres (Voyez la description de cet appareil, avec ses plans et coupes, *Annales des mines*, tome VII, p. 295, *Pl. IV*). Il distribue le vent sur trois points principaux désignés par les n^{os} 1, 2, 3 (*Pl. I, fig. 2*). En *a* se trouve un registre formé d'une plaque de fonte glissant à frottement dans un châssis, et qui sert à couper momentanément le courant d'air quand on ne veut pas arrêter la

(1) Cette notice est le complément de la description de ce ventilateur, insérée dans les *Annales des Mines*, même série, tome VII, page 295.

machine motrice. Un gros tuyau principal en zinc est adapté sur l'orifice du registre. Il est d'abord carré et arrondi seulement sur les angles; puis, à une très-petite distance, il devient cylindrique, et porte l'air aux points 1, 2, 3, en se divisant ainsi que l'indique la *fig. 2*. Là, chacune des divisions remonte verticalement, et se termine en *b* (*fig. 1*), où elle présente un orifice circulaire de 192 millimètres de diamètre. Sur chacun des tuyaux verticaux *b* est ajusté, à frottement très-libre, un bout de tuyau coudé, en zinc, *cccc* (*fig. 3*), à l'extrémité duquel est fixée une tuyère en tôle *dd*, à l'aide d'une partie mobile en cuir *cd*, attachée elle-même avec du fil de fer sur le tuyau et sur la tuyère. La partie *cccc* peut être élevée ou abaissée, en glissant sur le tuyau *b*, de manière à porter la tuyère *dd*, au point du fourneau où elle est nécessaire. Cette disposition ne permet de donner le vent de chacun des tuyaux *b* que par une seule tuyère.

Dans la fonderie de M. Barker, la partie *cccc* est en tôle; elle a une autre forme, ainsi qu'on le voit *fig. 4*, et porte trois tuyères. Chaque partie *dd* est un cylindre en tôle, entrant, avec un léger frottement, dans une partie un peu conique. Ces tuyères sont espacées de manière à souffler à la fois dans le même fourneau; elles ont 102 millimètres de diamètre intérieur. Il y a quatre tuyaux *b b*, pour apporter le vent; en sorte que douze tuyères soufflent à la fois.

Force motrice. Le ventilateur de M. Martin est mis en mouvement par une machine à vapeur à haute pression, sans condensation ni expansion de la vapeur :

La course du piston est de 0^m,622
 Le diamètre du cylindre de 0,216 (1)
 La tension de la vapeur dans la chaudière de 4 atmosphères.
 Le nombre habituel de coups de piston par minute, de 28.

D'où l'on déduit, par la formule donnée par Tredgold (Traduction de Mellet, 1828, p. 304),

$$\frac{(2,43 \times 0,6 - 0,81 \times 0,4) 466,56 \times 34,832}{4500} = 4^{\text{chevaux}} 095.$$

Avant d'entreprendre aucune expérience pour déterminer le volume d'air lancé par le ventilateur, j'ai remarqué que l'écoulement n'était pas le même quand les tuyères ou buses soufflaient, soit dans l'atmosphère, soit dans les fourneaux.

En effet, quand la machine avait acquis son maximum de vitesse avec deux ou trois tuyères soufflant dans l'atmosphère, si l'on introduisait brusquement ces tuyères dans les fourneaux sans changer aucune des autres conditions, le ventilateur prenait à l'instant même un accroissement de vitesse considérable. Les fondeurs pensaient que cette circonstance tenait à ce que l'air lancé était aspiré par le fourneau, et que le ventilateur en fournissait alors une beaucoup plus grande quantité.

Quoi qu'il en fût, cette observation rendait impossible l'application immédiate des formules données par M. d'Aubuisson (*Traité d'hydraulique à l'usage des ingénieurs*, p. 498), et à l'aide desquelles on peut déterminer, soit le poids, soit

(1) Je n'ai pas pu prendre cette dimension moi-même; elle m'a été donnée par le propriétaire de la machine.

le volume de l'air sortant d'un réservoir où il est comprimé pour se répandre dans l'atmosphère.

Ne connaissant pas de moyen direct de calculer la quantité d'air lancée dans les fourneaux, j'ai cherché à déterminer les lois de l'écoulement par les tuyères soufflant dans l'atmosphère; puis à reconnaître, à l'aide d'expériences spéciales, les changements opérés par l'introduction des tuyères dans les fourneaux.

Le tableau dressé plus loin présente le poids de l'air, écoulé dans l'atmosphère sous diverses circonstances, calculé d'après une des formules précitées :

$$P = 493d^2 \sqrt{\frac{H(b+H)}{T}}$$

dans laquelle

P = le poids de l'air écoulé par seconde, en kilog.

d = le diamètre de l'orifice, en mètres; la buse étant supposée cylindrique ou légèrement conique.

H = la hauteur du manomètre de mercure exprimée en mètres.

b = la pression barométrique. N'ayant pas de bon instrument pour la mesurer, je l'ai supposée constante et égale à $0^m,76$.

$T = 1 + 0,004t$, t représentant le nombre de degrés de température.

Comme le hasard a fait que toutes mes expériences ont eu lieu entre 0° et -2° , j'ai pu, sans erreur sensible, supposer $T = 1$.

La formule est alors devenue :

$$P = 493d^2 \sqrt{H(0^m,76 + H)}$$

Pour arriver d'une manière régulière à la découverte des lois de l'écoulement dans l'atmosphère, il eût fallu donner au ventilateur une

vitesse constante, et calculer la quantité d'air dépensée, d'abord par une seule buse dont on eût augmenté successivement les dimensions depuis zéro jusqu'à la grandeur du gros tuyau de conduite, ensuite on aurait fait sortir l'air par deux tuyères variables, puis par trois, par quatre, etc.

Après avoir fait ces diverses séries d'expériences, on en aurait entrepris d'autres, dans lesquelles, les dimensions des tuyères étant constantes, on aurait fait varier la vitesse des ailes du ventilateur depuis zéro jusqu'au maximum possible.

Il eût été très-intéressant de mesurer en même temps, à l'aide du frein dynamométrique (1), la quantité d'action absorbée par la mise en mouvement des ailes dans chacun des cas.

Ces diverses expériences auraient donné une solution complète du problème des lois de l'écoulement de l'air lancé par le ventilateur; car elles auraient appris à connaître, pour tous les cas, le produit et la force motrice nécessaire.

J'ai malheureusement été bien loin de pouvoir faire toutes ces observations, bien que MM. Martin aient mis une grande obligeance à me donner, à diverses reprises, l'entière disposition de leur machine et de plusieurs ouvriers. Le temps que je consacrais à mes expériences était chaque fois limité par la crainte de déranger le roulement de

(1) J'ai employé dernièrement avec un plein succès cet appareil légèrement modifié, pour déterminer la force d'une machine à vapeur et sa consommation en charbon. Il a fonctionné pendant tout un jour sans interruption, et sans que l'arbre de couche de la machine éprouvât la plus faible secousse. La température des surfaces de frottement s'est à peine élevée de 30 à 40 degrés.

l'usine, en sorte que je ne pouvais disposer ordinairement chaque jour que d'un quart d'heure, ou 20 minutes, immédiatement avant le commencement de la fonte.

Dès lors, le temps me pressant toujours beaucoup, je n'avais pas le loisir de tâtonner pour donner à la machine la vitesse qui m'aurait convenu; les tuyères dont je me servais étaient celles de la fonderie, et je ne pouvais pas les faire varier régulièrement, ni par degrés assez rapprochés; enfin quelques causes d'inexactitude n'ont pu être évitées, ainsi :

Les petites buses de $0^m,065$ et de $0^m,0905$, que MM. Martin avaient eu la complaisance de faire faire exprès, étaient beaucoup trop coniques, en sorte que le coefficient de contraction adopté dans la formule ci-dessus devenait sans doute trop grand. Ces tuyères sont représentées *fig. 5*. Pour les employer, je les faisais tenir à la main; on introduisait *dddd* (*fig. 3*), dans *mm* (*fig. 5*), en appuyant un peu.

Les buses de $0^m,102$, $0^m,115$ et $0^m,130$, avaient déjà servi, et leurs bords n'étant pas très-réguliers il devenait difficile de prendre leurs dimensions bien exactement; j'adoptais une moyenne entre six diamètres.

Enfin, pour avoir de larges orifices d'écoulement, et pouvoir apprécier ce qui se passait dans le cas d'un grand nombre de tuyères ouvertes à la fois, n'étant pas libre d'enlever la pièce de cuir qui unissait *cc* avec *dd* (*fig. 3*), parce que je ne pouvais observer que pendant les instants qui précédaient la fonte, je faisais retirer le tuyau *cccc* et je mesurais l'écoulement par l'orifice *bb*.

Dans ce cas, il se trouvait un coude de moins dans le tuyau de conduite, ce qui pouvait légèrement augmenter la dépense; de plus, pour faciliter le glissement de la pièce *cccc* sur *bb*, on avait resserré sous un angle de 50 à 60 degrés les bords de *bb*, en sorte que ce tuyau ayant partout 198^m de diamètre, n'avait à l'orifice que 192, et la convergence de ses bords devait sans doute augmenter la contraction plus que ne le suppose la formule. Toutefois l'air arrivant à cet orifice par un tuyau cylindrique ayant seulement 6 millimètres de diamètre de plus que lui, la contraction n'était certainement pas, à beaucoup près, aussi grande qu'on pouvait le supposer d'abord, en ne songeant qu'à la convergence des parois.

Malgré ces difficultés et ces causes d'inexactitude, les résultats auxquels je suis arrivé sont tellement simples, que je me crois sûr d'avoir rencontré la vérité dans les limites de mes expériences. Une circonstance de plus, qui contribue à m'y donner toute confiance, consiste en ce que j'en'ai pu suivre aucun ordre dans l'ajustement des buses, parce que je ne les ai pas eues toutes à ma disposition dès le commencement des expériences; de cette manière, il est impossible que je me sois laissé influencer par l'envie de reconnaître une loi régulière dans les accroissements de dépenses, surtout en passant d'une buse à l'autre. Je n'ai d'ailleurs commencé les calculs qu'après avoir réuni toutes mes notes d'expériences, et je n'avais aucune idée sur la nature des lois de l'écoulement avant d'avoir attentivement comparé les divers produits.

Voilà les détails des opérations que j'ai faites;

on pourra juger ainsi du degré de justesse des résultats.

Je déterminais la compression de l'air sortant des tuyères à l'aide de manomètres à eau formés avec des tubes de verre ayant $\frac{3}{4}$ de millimètre d'épaisseur et 5 millimètres de diamètre intérieur. Je les avais courbés à l'avance de manière à leur donner les formes *eeee*, *ffff* (*fig. 3*). Ils contenaient de l'eau dans les parties *ggg*, *hhh*. Je lisais les différences de niveau qui s'établissaient d'une branche à l'autre, sur une règle très-bien divisée en millimètres et placée verticalement entre les deux branches du manomètre. Comme celles-ci n'étaient distantes l'une de l'autre que de deux centim. environ, il m'eût été facile d'apprécier à moins d'un millimètre la division correspondante à chaque niveau, si l'eau du manomètre avait été tranquille; mais il n'en était pas ainsi, le niveau variait sans cesse, et les oscillations dans chaque branche étaient souvent de plus d'un centimètre pour les fortes pressions; c'est alors qu'elles atteignaient leur maximum. Cependant, comme elles étaient en général assez régulières, je pouvais facilement amener le zéro de la règle au point milieu de l'oscillation du niveau inférieur, puis je lisais le niveau supérieur en prenant aussi le milieu de son oscillation. Je crois pouvoir répondre de l'exactitude de ces observations à moins d'un demi-centimètre de hauteur d'eau pour celles où il y avait le plus d'agitation, c'est-à-dire quand la différence de niveau était de 12 à 20 centimètres. Quand la pression ne dépassait pas 6 à 7 centimètres, les oscillations n'excédant souvent pas 2 à 3 millimètres pendant plusieurs secondes, on pouvait la noter à 1 ou 2 millimètres près. Dans

ce dernier cas, qui était le plus défavorable, surtout si la différence de niveau ne s'élevait qu'à 2 ou 3 centimètres, la valeur de *P*, tirée de la formule, ne doit être regardée comme bonne que jusqu'au deuxième chiffre décimal, et encore ce chiffre peut-il être trop fort ou trop faible de deux unités. L'erreur peut donc être de 4 centièmes de kilo., et si l'on transforme les poids en volume, en pieds cubes par exemple, il sera possible que l'erreur sur le résultat soit d'un pied cube environ.

Dans mes observations sur chaque tuyère (*fig. 3*) je me servais toujours de deux manomètres placés l'un en *k*, dans une ouverture faite exprès, et l'autre dans la tuyère même. La basse température du courant d'air aurait pu faire geler l'eau du deuxième manomètre, s'il avait été tenu longtemps dans sa position devant la tuyère, mais il ne fallait pas une demi-minute pour une observation, et on le retirait aussitôt après. Quant à l'autre manomètre, le voisinage des fourneaux suffisait pour maintenir sa température un peu au-dessus de zéro. Je pensais d'abord qu'il pouvait être nécessaire de placer l'extrémité de la branche horizontale de *ff* exactement dans l'orifice extérieur de *dd*; mais je n'ai pas tardé à voir qu'un enfoncement de plusieurs poüces dans la tuyère ne produisait pas d'effet sensible sur la différence des niveaux. Le rapport entre l'orifice du tube manométrique et celui de la tuyère ayant toujours été très-petit, je ne pense pas que la présence du manomètre ait pu modifier l'écoulement de l'air d'une manière notable, non plus que la position de la règle portant les divisions; car cette règle était fort mince et restait toujours dans le même plan que les deux tiges verticales du manomètre.

Faites sur le ventilateur de la fonderie de MM. Marteau et fils, à Rouen, pour déterminer la quantité d'air qu'il peut donner avec des vitesses

EXPERIENCES (Suite du)

et fils, à Rouen, pour déterminer la quantité d'air qu'il et des orifices différents.

Numéros d'ordre de l'expérience.	DISPOSITIONS des tuyères.		DIMENSIONS des tuyères.		5	6	MANOMÈTRE du tuyau de conduite.		MANOMÈTRE de la tuyère.		11	12	13 14		15	16	17		
	Diamètre.	Surface.	Nombre de tours des ailes du ventilateur par minute.	Nombre de coups de piston de la machine à vapeur par minute.			Hauteur d'eau observée.	Hauteur de mercure calculée.	Hauteur d'eau observée.	Hauteur de mercure calculée.			VOLUME TOTAL (à 00 et 0m,76 de pression) correspondant au poids total indiqué dans la colonne précédente.	en mèt. cub.				en pieds cub.	VOLUME TOTAL (à 00 et 0m,76) de l'air lancé par le ventilateur.
	mètres.	cent. car.				centim.	mètres.	centim.	mètres.		kilog.	kilog.			en mèt. cub.	en pieds cub.			
11	1 Ouverte.	0,192	289	300	12,00	2,2	0,0016	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	2 Bouchée.	"	"	Id.	Id.	3,4	"	"	"	"	0,634	0,634	0,488	14,2	23,7	13,70	"	"	"
	3 Id.	"	"	Id.	Id.	3,3	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
12	1 Ouverte.	0,192	289	504	20,16	5,7	0,0042	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	2 Bouchée.	"	"	Id.	Id.	10,1	"	"	"	"	1,029	1,029	0,792	23,0	22,8	23,01	"	"	"
	3 Id.	"	"	Id.	Id.	9,5	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
13	1 Ouverte.	0,192	289	558	22,32	6,6	0,0049	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	2 Bouchée.	"	"	Id.	Id.	12,4	"	"	"	"	1,112	1,112	0,856	24,8	22,2	25,48	"	"	"
	3 Id.	"	"	Id.	Id.	11,9	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
14	1 Ouverte.	0,192	289	564	22,56	6,2	0,0046	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	2 Bouchée.	"	"	Id.	Id.	12,7	"	"	"	"	1,078	1,078	0,830	24,1	21,4	25,75	"	"	"
	3 Id.	"	"	Id.	Id.	12,3	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
15	1 Ouverte.	0,192	289	567	22,68	6,8	0,0050	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	2 Bouchée.	"	"	Id.	Id.	12,7	"	"	"	"	1,124	1,124	0,866	25,1	22,2	25,89	"	"	"
	3 Id.	"	"	Id.	Id.	12	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
16	1 Ouverte.	0,192	289	570	22,80	7	0,0051	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	2 Bouchée.	"	"	Id.	Id.	13	"	"	"	"	1,135	1,135	0,874	25,4	22,2	26,03	"	"	"
	3 Id.	"	"	Id.	Id.	12	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
17	1 Ouverte.	0,192	289	426	17,04	2,8	0,0021	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	2 Id.	0,192	289	Id.	Id.	3,5	0,0026	"	"	"	0,727	1,536	1,183	34,4	40,4	38,91	"	"	"
	3 Bouchée.	"	"	Id.	Id.	2,3	"	"	"	"	0,809	"	"	"	"	"	"	"	"
18	1 Ouverte.	0,192	289	474	18,96	4,4	0,0032	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	2 Id.	0,192	289	Id.	Id.	5,5	0,0040	"	"	"	0,898	1,903	1,466	42,5	44,8	43,29	"	"	"
	3 Bouchée.	"	"	Id.	Id.	7,5	"	"	"	"	1,005	"	"	"	"	"	"	"	"
19	1 Ouverte.	0,192	289	474	18,96	4,4	0,0032	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	2 Id.	0,192	289	Id.	Id.	5,3	0,0039	"	"	"	0,898	1,890	1,456	42,2	44,5	43,29	"	"	"
	3 Bouchée.	"	"	Id.	Id.	7,4	"	"	"	"	0,992	"	"	"	"	"	"	"	"
20	1 Ouverte.	0,192	289	425	16,92	3,8	0,0028	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"
	2 Id.	0,192	289	Id.	Id.	3,4	2,0025	"	"	"	0,840	2,360	1,818	52,8	62,4	57,95	"	"	"
	3 Id.	0,192	289	Id.	Id.	2,8	0,0021	"	"	"	0,793	"	"	"	"	"	"	"	"

La machine à vapeur donnait toute sa force pendant cette expérience.

Le tableau qui précède est divisé en colonnes verticales et horizontales portant des numéros pour en abrégé l'explication.

La colonne verticale n° 1 contient les numéros d'ordre des expériences classées suivant les accroissements dans les orifices et dans les vitesses de la machine.

Chacun de ces numéros correspond à une bande horizontale présentant l'ensemble d'une expérience, et contenant trois lignes avec les nos 1, 2, 3 dans la seconde colonne verticale. Sur chacune de ces lignes se trouve ce qui est relatif aux conduits 1, 2, 3 de la *fig.* 2, pour les expériences dont le numéro d'ordre est à la gauche de la bande horizontale.

Dans la colonne verticale n° 2 se trouve, à côté des nos 1, 2, 3, le mot *ouverte* ou *bouchée*, pour exprimer que la tuyère formant l'extrémité de chacun des tuyaux correspondants souffle librement dans l'air, ou qu'elle est fermée à l'aide d'une ligature faite en travers de la partie de cuir *ε δ δ c* (*fig.* 3).

Les colonnes verticales des nos 3 et 4 donnent les dimensions des buses.

La colonne n° 5 donne les nombres de tours des ailes du ventilateur par minute. Ces nombres ont été obtenus pour les premières séries d'expériences, en comptant les nombres de coups de piston de la machine à vapeur, et multipliant par le facteur commun 25 déterminé par les engrenages; pour les autres séries, on comptait le nombre de tours d'une roue d'engrenage qui faisait une révolution pour six tours des ailes, et on en déduisait la vitesse du piston. Dans le premier cas, l'erreur possible était d'un demi-coup de

piston correspondant à $12\frac{1}{2}$ tours des ailes. Dans le second, l'erreur ne pouvait pas dépasser un demi-tour de la roue observée correspondant à 3 tours seulement des ailes du ventilateur. Pour distinguer les observations les unes des autres, j'ai indiqué dans la colonne n° 6, en nombres entiers et fractions ordinaires, s'il y a lieu, les nombres de coups de piston observés directement, et j'ai porté avec des décimales ceux qui ont été déduits avec plus de justesse des observations sur la roue d'engrenage.

Les colonnes 7 et 8 donnent les indications déduites de l'observation du manomètre *eee* (*fig.* 3) que je plaçais toutes les fois que cela m'était possible, et qui servait, soit comme vérification, soit comme simple indication de l'état de l'air quand la tuyère était bouchée. Lorsque le tuyau *cccc* était enlevé, on remplaçait le manomètre dans le conduit *bb*, en l'enfonçant un peu plus, de manière à pouvoir le fixer extérieurement avec de l'argile.

Les colonnes 9 et 10 donnent les indications fournies par les manomètres *fff*.

Je faisais moi-même les observations sur tous les manomètres à un signal donné, tandis qu'une autre personne comptait les tours de roue, ou les coups de piston de la machine, avec une montre à secondes, et pendant une minute. Chaque opération était toujours recommencée dans la minute suivante, et je notais définitivement les moyennes.

La colonne 11 donne, d'après la formule, le poids, en kilogrammes, de l'air dépensé en une seconde par chaque tuyère.

Dans la colonne 12 se trouvent les nombres exprimant le poids total de l'air dépensé en une

seconde par toutes les tuyères soufflant à la fois dans la même expérience. Chacun de ces nombres est la somme de ceux qui sont placés dans la case voisine à gauche.

La colonne 13 donne le volume en mètres cubes, à 0° et $0^{\text{m}},76$ de pression, du poids correspondant, inscrit dans la colonne précédente.

Ces volumes ont été calculés en prenant pour le poids d'un mètre cube d'air $1,709 \frac{b}{1+0,004t}$, où j'ai supposé que la pression atmosphérique $b = 0^{\text{m}},76$, et que la température $t = 0$.

Les nombres des trois colonnes 11, 12, 13 ont été calculés par logarithmes avec les Tables de Lalande.

La colonne 14 présente en pieds cubes les volumes donnés en mètres par la colonne 13. J'ai fait cette transformation avec la règle à calcul de Jomard, l'approximation qu'elle donne étant bien suffisante.

Avant d'indiquer comment a été formée la colonne 15, il est essentiel d'examiner les résultats obtenus jusqu'ici.

Si l'on compare dans les expériences 3, 4 et 5, faites avec une même buse de 102^{mm} , les nombres de tours des ailes, de la colonne 5, avec les volumes correspondants des colonnes 13 et 14, on voit que ces six nombres forment à très-peu près des proportions, dont les premiers seraient les antécédents, et les autres les conséquents. La même comparaison, établie pour les expériences 6 et 7 faites avec une tuyère de 130^{mm} , amène à peu près au même résultat. Il en est de même encore pour la série des expériences 10, 11, 12, 13, 14, 15 et 16,

comparables entre elles, puisqu'elles sont toutes faites avec une même buse de 192^{mm} .

Enfin, la même observation s'applique aussi aux deux expériences 17 et 18.

Il serait fort à désirer que les séries des expériences comparables entre elles eussent été beaucoup plus nombreuses et moins entachées des erreurs que je n'ai pas pu éviter. Toutefois je crois pouvoir conclure de mes observations que, lorsque les tuyères du ventilateur soufflent dans l'atmosphère, *la dépense par une buse d'un diamètre constant est proportionnelle au nombre des tours des ailes du ventilateur.*

Si cette loi n'est pas la véritable, il est au moins démontré qu'elle en approche de bien près. Dès lors je puis l'admettre avec la certitude de ne commettre au plus que de faibles erreurs pour ramener à une vitesse commune toutes les expériences portées au tableau. Par là, je pourrai suppléer aux difficultés que j'ai rencontrées dans les opérations, et qui ne m'ont pas permis d'observer directement les circonstances de l'écoulement par des buses variables avec une vitesse constante dans les ailes du ventilateur.

C'est dans ce but que j'ai formé la quinzième colonne du tableau. J'ai choisi une vitesse de 500 tours par minute, comme étant à peu près une vitesse moyenne entre celles observées dans mes diverses expériences, et j'ai obtenu chaque nombre de cette colonne en formant le quatrième terme d'une proportion dont les deux premiers, pris dans la bande horizontale correspondante, étaient :

1° Le nombre de tours des ailes du ventilateur;

2° Le volume d'air total correspondant exprimé en pieds cubes.

Le troisième terme de la proportion était 500.

Il est à remarquer ici que tous les nombres de la quinzième colonne sont déduits, par cette méthode, des résultats d'une expérience particulière pour chacun d'eux, et que ces expériences sont entièrement indépendantes les unes des autres.

Le premier coup d'œil jeté sur cette quinzième colonne fait reconnaître, ainsi que l'on devait s'y attendre, que le résultat auquel on arrive est le même à très-peu près pour la dépense d'une même buse, quelle que soit l'expérience d'où l'on est parti pour le calculer.

Ainsi, trois expériences (3, 4, 5) faites sur une buse de 102^{mm}, avec des vitesses assez différentes les unes des autres de 550, 675 et de 700 tours, donnent pour 500 tours les nombres 7,8; 7,6 et 7,4.

Deux expériences (6 et 7) sur une buse de 130^{mm} avec des vitesses de 650 et de 712 tours donnent, pour 500 tours, les nombres 11,2 et 11,0.

Deux expériences sur deux buses de 130^{mm}, soufflant à la fois avec des vitesses de 575 et de 637 tours, donnent pour 500 tours 22,3 et 21,2.

Sept expériences (10, 11, 12, 13, 14, 15, 16), sur une buse de 192^{mm}, donnent pour 500 tours les nombres 24,8; 23,7; 22,8; 22,2; 21,4; 22,2; 22,2.

Trois expériences (17, 18, 19), sur deux buses de 192^{mm} soufflant à la fois, donnent pour 500 tours les nombres 40,4; 44,8; 44,5.

Or, nous savons que d'après les erreurs d'observations on ne doit nullement compter sur le chiffre des dixièmes, et que celui des unités peut lui-

même être altéré; malgré les causes d'inexactitude, n'est-on pas frappé de la presque identité des résultats?

Il suit de là, qu'en appliquant la loi admise ci-dessus à un grand nombre d'expériences distinctes pour calculer un même résultat, on arrive toujours à des nombres aussi peu différents entre eux que le permet l'exactitude du calcul:

La loi est donc juste.

Un nouvel examen de la colonne 15, comparée avec la colonne 4, nous donne lieu de faire les observations suivantes:

Le ventilateur ayant une vitesse constante de 500 tours par minute, la dépense en une seconde :

		pieds cub.	
Par une buse de	33 cent. carr. de surface, est de	3,3	
<i>Id.</i>	de 64	6	
<i>Id.</i>	de 81	7,8 7,6 7,4	moyenne 7,6
<i>Id.</i>	de 132,7	11,2 11,0	<i>Id.</i> 11,1
Par deux buses de	132,7 } 275,4	22,3 21,2	<i>Id.</i> 21,7
Par une buse de	289	24,8 23,7 22,8 22,2 21,4 22,2 22,2	<i>Id.</i> 22,7
Par deux buses de	289 } 578	40,4 44,8 44,5	(1) <i>Id.</i> 44,6

(1) Je ne tiens pas compte de ce nombre dans la moyenne, parce que je crois qu'il s'écarte trop des autres pour n'être pas le résultat d'une erreur.

N'est-il pas évident d'après cela, que, sans les erreurs dues aux observations, sans la trop grande convergence des parois des tuyères employées dans les deux premières expériences, disposition par suite de laquelle l'application de la formule

$P = 493d^2 \sqrt{H(b+H)}$ nous a conduit à des résultats trop forts, et comparables seulement entre eux, on aurait reconnu l'existence de la proposition suivante :

Lorsque la vitesse des ailes du ventilateur est constante, la dépense par une ou par deux buses est proportionnelle à la surface totale des orifices des buses d'écoulement.

Cette loi ne peut être vraie que jusqu'à une certaine limite, et je l'ai reconnue, comme l'indique le tableau, jusqu'à une surface de 578 centimètres carrés pour l'ouverture des buses.

J'ai fait alors la 20^e expérience sur trois buses de 192^{mm}, présentant une surface de 867 centimètres carrés, et j'ai obtenu, pour la dépense par seconde, 62,4 pieds cubes, au lieu de 66 au moins que j'aurais dû trouver, si la loi avait continué à être vraie. N'ayant qu'une observation de ce genre, je ne puis pas dire avec certitude si la différence de 3,6 pieds cubes provient d'une erreur d'expérience ou de ce que la loi cesse d'être applicable ; cependant je pense que l'on ne sera exposé à aucune erreur grave en se servant de cette loi entre les limites de 33 et de 800 centimètres carrés pour la surface totale de l'orifice des buses.

Les conséquences des expériences exposées ci-dessus sur la quantité d'air lancé dans l'atmosphère par le ventilateur de la fonderie de MM. Martin, peuvent être résumées ainsi qu'il suit :

Entre les limites,

276 et 712 pour le nombre de tours des ailes par minute ; 33 et 800 centimètres carrés pour la surface totale des orifices d'écoulement ;

1^o La dépense par un ou plusieurs orifices constants est proportionnelle à la vitesse des ailes.

2^o Quand la vitesse des ailes est constante, la dépense est proportionnelle à la surface totale des orifices des buses.

J'ai cherché à renfermer ces deux propositions dans une formule qui pût servir à déterminer le volume d'air lancé par le ventilateur, quand on connaîtrait le nombre de tours des ailes et la surface des orifices des buses.

Je suis arrivé à

$$V = \frac{158 S n}{1.000.000} \dots \dots (1)$$

pour calculer le volume en pieds cubes, et

$$V = \frac{5,417 S n}{1.000.000} \dots \dots (2)$$

pour obtenir ce même volume en mètres cubes.

V = le volume cherché, à 0^e et 0^m,76 de pression pour une seconde.

S = la surface totale des orifices en centimètres carrés.

n = le nombre de tours des ailes du ventilateur en une minute.

Les nombres de la 16^e colonne ont été calculés avec la formule (1).

Si on les compare avec leurs correspondants donnés par les expériences, et inscrits dans la colonne 14, en remarquant que les deux premiers nombres de cette dernière colonne sont trop forts à cause de la convergence des parois des tuyères, on

trouvera, ce me semble, qu'ils coïncident, à très-peu d'exceptions près, aussi bien qu'on pouvait s'y attendre, d'après le degré de justesse dont étaient susceptibles et les expériences et l'application de la formule

$$P = 493d^2 \sqrt{H(b+H)}.$$

Après avoir résolu aussi complètement que j'ai pu le faire la question du produit du ventilateur par des buses soufflant dans l'air, j'ai cherché à mesurer l'écoulement quand les buses soufflent dans les fourneaux.

On sait que si après avoir observé des buses dirigées dans l'atmosphère on les introduit dans les fourneaux, la vitesse des ailes augmente tout à coup d'une manière notable; on pourrait penser au premier instant, d'après cela, que le ventilateur donne plus d'air dans le second cas que dans le premier, mais la moindre réflexion fait voir qu'il n'en peut pas être ainsi. En effet, l'air qui sort froid de la tuyère trouve tout à coup dans le fourneau une température très-élevée qui le dilate et contribue, avec les matières solides dont ce fourneau est rempli, à diminuer la facilité de l'issue, à retarder par conséquent la vitesse de l'écoulement par les buses. L'oxygène est brûlé, à la vérité, ce qui tendrait à appuyer l'hypothèse d'aspiration admise par les fondeurs, mais il est remplacé par autant d'acide carbonique. Le raisonnement amène donc à conclure qu'il s'écoule moins d'air par les buses soufflant dans le fourneau que par ces mêmes buses soufflant dans l'atmosphère.

Or, l'augmentation de vitesse des ailes a lieu précisément de la même manière quand, après avoir fait souffler les buses dans l'air, au lieu de les

introduire dans le fourneau, on les remplace par d'autres buses d'un diamètre convenable, moins grand que celui des premières. Dès lors on conçoit que la présence du fourneau et des matières qui s'y trouvent en combustion agissent sur l'écoulement de l'air comme le rétrécissement des buses, et il m'a paru naturel d'admettre que la force motrice étant constante et la vitesse des ailes restant la même, la quantité d'air lancé dans les deux cas devait être la même aussi.

Je suis parvenu à trouver le diamètre convenable des nouvelles buses en ajustant, sur les anciennes, des troncs de cônes de carton mince, roulés de manière à former des tuyères factices, dont je pouvais agrandir l'orifice à volonté en faisant des sections de plus en plus rapprochées de la grande base (1). Après des tâtonnements assez nombreux, je suis arrivé au résultat suivant :

Deux tuyères, l'une de 130^{mm} de diamètre, l'autre de 117, et qui présentaient par conséquent une surface totale d'écoulement de 240^{cent.car.}, 2, soufflant dans un des fourneaux, les ailes du ventilateur faisaient 654 tours par minute. Les deux buses, ayant été brusquement retirées du fourneau, ont été dirigées de manière à souffler dans l'air, et dans le même temps un tronc de cône de carton, assez voisin de la forme cylindrique, a remplacé la tuyère de 117^{mm} par une autre factice de 89^{mm}, 5, la surface d'écoulement s'est alors trouvée réduite à 195^{cent.car.}, 50; la vitesse des ailes est restée exactement la même. La manœuvre inverse ayant été opérée, c'est-à-dire les deux buses primitives ayant

(1) Je n'ai pas eu l'idée de ces tuyères factices assez tôt pour les employer à reconnaître les lois de l'écoulement dans l'atmosphère.

été remises très-promptement dans le fourneau pour reconnaître si la force motrice n'avait pas changé pendant le temps qu'avait duré l'expérience, la vitesse des ailes n'a pas éprouvé de variation sensible. On sait cependant, d'après ce que j'ai dit sur la manière de mesurer cette vitesse, que l'erreur n'a pu être que de trois tours au plus par minute.

Il suit de là que lorsque les ailes du ventilateur ont une vitesse de 654 tours par minute, la dépense par deux buses présentant ensemble une surface de $240^{\text{cent. car.}}, 2$ et soufflant dans un fourneau, est à la dépense qui aurait lieu par les mêmes buses soufflant dans l'air, comme $195,5 : 240,2$, c'est-à-dire un peu plus des quatre cinquièmes.

Je crois probable que les deux derniers termes de cette proportion resteraient les mêmes, quelles que fussent les dimensions des buses et la vitesse des ailes; mais je n'ai pu faire aucune expérience pour le constater, parce que je manquais du temps nécessaire, et que j'avais déjà tant de fois dérangé les travaux de la fonderie, que j'ai craint d'abuser de la complaisance de MM. Martin. Les mêmes raisons, et surtout les dépenses qui seraient devenues indispensables pour reconnaître la quantité de force motrice absorbée par le ventilateur dans les différents cas, m'ont empêché de rechercher les lois que suivent les variations de cette force.

Si ma dernière supposition sur la constance du rapport de l'écoulement dans le fourneau et dans l'atmosphère est vraie, pour avoir la quantité d'air lancé dans un ou plusieurs fourneaux par le ventilateur, il faut calculer le volume V avec l'une des formules (1) ou (2) indiquées ci-dessus, et prendre les quatre cinquièmes du résultat.

MÉMOIRE

Sur les terrains volcaniques des environs de Naples.

Par M. DUFRENOY, Ingénieur en chef des mines.

Le désir d'étudier les phénomènes qui président à la formation des terrains volcaniques, m'a conduit à visiter les environs de Naples. L'activité sans cesse renaissante du Vésuve fournit l'occasion trop rare d'assister aux épanchements des roches ignées, et de suivre les lois que la nature s'est imposées dans son désordre apparent. Depuis longtemps je connaissais les montagnes trachytiques du centre de la France, et je voulais saisir les différences qui caractérisent leurs cratères, formés par soulèvement des cratères d'éruption qui sont particuliers aux volcans modernes. L'un et l'autre de ces terrains se présentent sous forme de montagnes coniques; mais lorsqu'on les examine avec soin, on remarque bientôt que si les formes extérieures de ces montagnes ont de l'analogie, leur structure présente souvent des différences essentielles qui font supposer qu'elles ne doivent pas leur élévation à la même cause; c'est cette étude qui a conduit M. Léopold de Buch à adopter son ingénieuse théorie des cratères de soulèvement, dont le principe, d'abord contesté, est maintenant généralement adopté; il est vrai que les géologues ne sont pas complètement d'accord sur l'application de cette théorie, car quelques-uns, tout en reconnaissant qu'il est

naturel que des soulèvements coniques se soient manifestés à différentes époques, ne croient pas que cette disposition existe dans les terrains volcaniques. M. de Beaumont et moi nous avons démontré que les différentes montagnes trachytiques de la France doivent leur forme conique à cet ordre de phénomène. Sans doute nous n'avons pas été assez heureux, pour convertir à notre opinion tous les adversaires que la théorie de M. de Buch a rencontrés; mais nous pouvons affirmer avec assurance que la plupart des géologues qui ont visité le Cantal et le Mont-Dore, depuis la publication de notre travail sur ces deux groupes de montagnes, ont été frappés comme nous de l'uniformité des nappes de trachyte et de basalte sur toute leur circonférence, ainsi que de la régularité de pente de ces mêmes nappes. Cette régularité ne se représente pas dans les coulées de laves des volcans à cratères de l'Auvergne, car elle est seulement le caractère distinctif des cratères de soulèvement, qui sont le résultat de l'élévation circulaire de terrains préexistants, quels que soient leur nature et leur âge; mais si j'étais convaincu que la forme des montagnes trachytiques est due à une cause postérieure à celle qui a accompagné l'épanchement de ces roches ignées; j'étais au contraire persuadé que les cônes des volcans brûlants de l'Etna et du Vésuve devaient leur forme à l'accumulation constante de la lave, qui s'épanche sur leur surface à chaque éruption. J'ai donc parcouru le Vésuve, sans avoir l'esprit préoccupé d'idées systématiques, qui souvent réagissent, sans qu'on s'en aperçoive, sur les observations même les plus consciencieuses; je fais cette réflexion, parce qu'il se pourrait que les personnes qui ne parla-

geront pas mon opinion m'accusassent de n'avoir vu que les faits qui sont d'accord avec les opinions que M. de Beaumont et moi nous avons émises sur la formation du Cantal et du Mont-Dore.

A peine eus-je foulé le sol du Vésuve, qu'il me parut évident que l'accumulation des laves ne pouvait avoir joué qu'un bien faible rôle sur la formation du cône qui en occupe le centre. En effet, l'inclination de 32° , que présente sa surface extérieure depuis son sommet jusqu'à peu de distance de sa base, ne permet qu'à une très-faible quantité de matière de s'y attacher. Les coulées les plus larges forment des bandes étroites qui occupent au plus la 80° partie de la circonférence du cône, et leur épaisseur atteint rarement deux mètres, si ce n'est au pied de l'escarpement, où la lave, s'étendant sur une surface presque horizontale, acquiert une certaine puissance et prend alors une texture plus homogène. En supposant qu'il y ait trois éruptions par an, ce qui est un maximum, il faudrait un grand nombre de siècles (plus de 300) pour que le cône du Vésuve eût atteint sa hauteur actuelle (1,198 m.), et cette hauteur aurait bien peu changé depuis les temps historiques. La description du Vésuve par Strabon ne fait pas mention du cône actuel qui en occupe le centre, et d'après les phénomènes que l'on y observe, il est probable que la formation de ce cône remonte seulement à la catastrophe qui a enseveli les villes d'Herculanum et de Pompei; plusieurs circonstances me conduisent en outre à supposer que depuis une époque assez moderne, celle de l'insurrection de Mazaniello (1), la hauteur du Vésuve s'est aug-

(1) Il existe, dans le musée de Naples, deux tableaux,

mentée dans une proportion qui surpasse de beaucoup celle qui résulterait de l'addition successive des laves qui doivent s'être épanchées depuis l'événement que nous venons de citer : du reste, il n'est pas besoin de ces spéculations de l'esprit pour se convaincre qu'une cause bien plus puissante que la superposition des coulées de lave a participé à donner au Vésuve sa forme imposante et majestueuse. Les phénomènes qui accompagnent presque chaque éruption nous prouvent, en effet, que plusieurs des petits cratères, par lesquels la lave s'est fait jour, sont le produit d'un véritable soulèvement. Les gaz qui se sont échappés au commencement de ces éruptions ont occasionné d'abord une espèce d'ampoule en soulevant les coulées antérieures ; cette ampoule s'est ensuite affaissée, puis s'est crevée à son sommet, et la lave s'est déversée presque toujours par un seul côté ; le cône présente alors une gouttière naturelle par laquelle

l'un représentant l'insurrection de Mazaniello, et l'autre une scène historique de cette époque, dans lesquels le cône du Vésuve est moins élevé que la crête de la Somma. Dans tous les dessins actuels du Vésuve on voit, au contraire, que le sommet du cratère domine assez fortement l'escarpement qui l'entoure ; la hauteur du Vésuve surpassant de 71 mètres les cimes les plus élevées de la Somma. Il est extrêmement probable que les deux tableaux dont je parle sont une copie exacte de la nature, et qu'en 1647 le Vésuve était loin d'avoir sa hauteur actuelle ; on peut ajouter que la pointe du Palo, qui doit s'être formée depuis l'époque de Mazaniello, est composée de nappes de laves inclinées, qui, si elles n'ont pas été soulevées, devraient avoir coulé de la cime d'un cône beaucoup plus élevé que le sommet actuel du Vésuve. Cela supposerait, dans la hauteur du cône du Vésuve comparé au repère fixe de la Somma, des variations considérables et rapides dont l'histoire ne fait pas mention.

sort toute la masse en fusion. Les parois de ces petits cônes ont donc été formées aux dépens de coulées plus anciennes. Il existe, il est vrai, une identité complète entre la roche qui constitue les petits cônes, et celle qui s'est écoulée par leur bouche, néanmoins le phénomène est le même que lorsque des nappes trachytiques, ou même des couches calcaires ont été élevées circulairement par l'apparition au jour de phonolites ou de porphyres. Cette formation de petits cônes par exhaussement paraît également avoir présidé à l'élévation du cône principal. Cette cause, peu apparente pour les personnes qui n'ont fait qu'une simple excursion sur le cratère, est mise dans tout son jour dans les escarpements de la Somma, qui l'entourent circulairement. Cette enceinte de montagnes, regardée par beaucoup de géologues comme l'ancien cratère du Vésuve, est la suite d'un soulèvement assez ancien, ainsi que M. de Buch l'a démontré depuis longtemps. Plusieurs révolutions importantes paraissent avoir eu lieu depuis l'époque où les laves porphyriques qui composent la Somma se sont épanchées en nappes horizontales.

Le ravin, connu sous le nom de Fosso-Grande, si célèbre par les nombreux minéraux que l'on y recueille, est un des points où la constitution du Vésuve est le plus clairement dévoilée.

Ces modifications aux opinions généralement admises sur la constitution géologique du Vésuve, m'ont engagé à réunir dans ce mémoire les différentes observations que j'ai faites sur les terrains volcaniques des environs de Naples, quoique ce pays ait déjà été le sujet de plusieurs mémoires très-intéressants. Je terminerai cette notice par

quelques détails sur les circonstances que doit avoir présentées l'éruption qui a enseveli les villes d'Herulanum et de Pompeï, circonstances qui jusqu'ici n'ont pas été mentionnées, et qui me paraissent cependant avoir joué un rôle important dans cette mémorable catastrophe.

Dispositions générales des formations dans les environs de Naples.

La baie de Naples est défendue sur ses côtés par les escarpements à pic du cap Misène et de Sorrente; mais le sol même de la ville est peu accidenté. Il se rattache du côté de Capoue à une vaste plaine que la nature s'est pluë à enrichir de ses plus belles productions. La constitution géologique de cette plaine, qui sépare en deux groupes distincts les montagnes qui dominent le golfe de Naples, nous fournit le moyen d'apprécier la manière dont elles se sont formées.

Distribution
des formations
volcaniques
près de Naples.

La pointe de Sorrente, dont l'île de Caprée est le prolongement, est formée d'une chaîne de calcaire jurassique et crayeux, dont la direction E. 20° N., O. 20° S., nous annonce qu'elle est contemporaine des redressements qui ont affecté les terrains tertiaires de la Provence et de la Catalogne. C'est au pied de cette chaîne et au milieu de la plaine de Naples que s'élève le Vésuve.

Le côté Nord de la baie est bordé par une série de collines (*Pl. III, fig. 1*), toutes formées du même terrain que la campagne de Naples; leur élévation est due en partie à la présence des trachytes qui apparaissent de distance en distance dans les champs phlégréens: ces trachytes constituent une bande qui se prolonge depuis la Solfatara jusqu'à l'île d'Ischia,

et quoique qu'ils se montrent au jour seulement dans quelques points, partout leur influence s'est fait sentir. Les contournements prononcés des couches de tuf ponceux de la pointe de Nisita, du cap Misène et de l'île de Procida, nous décèlent sa présence. Le groupe de collines qui constituent les champs phlégréens s'élève au milieu de la plaine; il est, ainsi que le Vésuve, isolé de toutes parts. Ce côté de la baie de Naples a été également en proie aux feux volcaniques modernes, le Monte-Nuovo, placé entre Pouzzol et le cap Misène, et dont l'exhaussement eut lieu en 1538, présente aussi une coulée de laves. L'île d'Ischia, ravagée à plusieurs reprises par des éruptions violentes longtemps avant l'érection du Vésuve, en a éprouvé une dernière en 1301; il s'est écoulé du flanc du mont Epoméo, qui forme le centre de cette île, une coulée de laves qui a parcouru une distance d'environ deux milles avant d'arriver à la mer.

Il résulte de cet exposé de la disposition des terrains volcaniques dans les environs de Naples que, pour connaître leur relation, il est nécessaire d'examiner successivement le terrain qui forme la campagne de Naples, les collines trachytiques des champs phlégréens et le groupe du Vésuve composé de la Somma et du Vésuve proprement dit. Ces deux montagnes, étant distinctes par la nature de leurs roches et les phénomènes dont elles sont le résultat, seront décrites chacune dans des chapitres séparés.

Cet ordre de description qui est en rapport avec l'âge géologique des terrains des environs de Naples, aura en outre l'avantage de rendre plus facile à saisir la formation de chacun d'eux.

1^o NATURE GÉOLOGIQUE DU TERRAIN DE LA CAMPAGNE
DE NAPLES.

Le sol de la ville de Naples est composé d'un tuf ponceux, régulièrement stratifié, alternant avec des couches marneuses. On peut étudier la nature de ce tuf dans Naples même, où il ressort dans plusieurs points; mais il est plus développé dans la colline du Pausilippe, célèbre par la grotte ou galerie qui la traverse et va rejoindre la route de Pouzzol. Ce terrain présente partout une grande uniformité de composition; ce fait est très-important à bien constater, parce que c'est de la présence du tuf et de l'inclinaison de ses couches que découle la preuve la plus évidente de la formation des champs phlégréens et du soulèvement de la Somma.

Nature du
tuf du
Pausilippe.

Le tuf du Pausilippe est composé presque uniquement de débris de trachyte à plusieurs états. On y distingue des fragments de différentes grosseurs, réunis par une pâte qui les cimente; cette pâte est de même nature que les fragments, elle est composée, comme la plupart des argiles, des parties les plus fines qui ont été longtemps suspendues dans l'eau, et qui prennent de l'homogénéité par suite du degré de ténuité de chacune d'elles. Elle fond avec facilité en un émail blanc analogue à celui que donnent les substances classées généralement sous le nom de feldspath. Cette pâte est ordinairement peu abondante, et les fragments paraissent soudés entre eux; cependant, quelques couches en sont presque uniquement composées, elles ressemblent alors aux couches d'argile, si fréquentes dans les terrains tertiaires.

La plupart des fragments qui entrent dans la composition de ce tuf sont de pierre ponce; quand ces fragments ont une certaine grosseur, la ponce a quelque solidité et pourrait être employée dans les arts. On voit des fragments de cette nature en montant au couvent des Camaldoli; ils sont surtout très-abondants dans le tuf d'Ischia, à peu de distance de Santo-Montano. Au premier abord, j'ai cru que ces ponces appartenaient à une déjection ignée, mais elles sont disséminées dans la masse du tuf composé dans cette localité d'éléments très-gros. Outre la ponce qui forme la base et constitue presque à elle seule cette roche, on y trouve des galets assez nombreux de trachyte, quelques galets de roches anciennes et de calcaire gris; ces derniers, en général peu fréquents, existent avec abondance à l'île d'Ischia, dans la descente de Fontana vers le Monte-Imperatore: leur nombre était si grand, que nous avons cru quelques instants que le terrain calcaire de la pointe de Sorrente se montrait dans cet endroit, mais nous avons ensuite observé ces fragments disséminés dans la masse même du tuf.

Galets calcaires
dans le tuf.

Le trachyte disséminé en galets dans le tuf est généralement de couleur foncée; il contient des cristaux très-éclatants de feldspath (autoclase) rarement maclés; on trouve également des fragments de trachyte dans les escarpements du Pausilippe; mais ils sont surtout très-abondants dans le tuf d'Astroni; leur pâte, en partie vitreuse, est très-fragile.

Le tuf présente fréquemment des cavités plus ou moins grandes, de six pouces à deux pieds de hauteur, presque toujours allongées dans le sens vertical, à la manière des tuyaux de cheminées.

Ces cavités sont nombreuses dans le tuf de Naples même, et dans celui qui forme les escarpements de la grande route de Nisita; leur parallélisme porte naturellement à penser qu'elles ont été formées par des dégagements abondants de gaz qui traversaient la masse encore peu solidifiée.

Le tuf ponceux forme des couches régulières sur une grande longueur. La variété de couleur de ses couches, la différence de grosseur et de nature des fragments qui le composent donnent la facilité de distinguer, même de loin, la stratification régulière de ce terrain. Souvent la séparation des strates s'observe distinctement, les plans des couches, quoiqu'un peu ondulés, étant presque horizontaux, tandis que les strates sont fortement inclinées (*fig. 2, Pl. III*). Ces différentes circonstances sont très-marquées dans la descente de la grande route qui longe le Pausilippe et conduit à Nisita. Le tuf y forme deux assises distinctes, reposant l'une sur l'autre à stratification discontinue; la surface de l'assise inférieure avait été dégradée avant le dépôt de la supérieure. Cette disposition pourrait peut-être faire croire qu'une partie du tuf a été remaniée à une époque récente, mais il est intercallé régulièrement dans les autres couches, et a par suite la même origine.

Dans cette partie de la côte de Pausilippe, les couches inférieures contiennent des fragments solides et nombreux, la plupart de trachyte vitreux foncé: parmi ces fragments nous en avons trouvé plusieurs composés d'albite et d'amphibole à texture granitoïde.

Sous le rapport des caractères extérieurs, le tuf de cette localité présente deux variétés très-distinctes. L'une est composée presque entière-

Stratification
régulière du
tuf ponceux.

ment de fragments de ponce, dans lesquels le tissu fibreux est marqué; l'autre, à grains extrêmement fins, possède un tissu presque aussi compacte que les argiles; elle contient une assez grande quantité de petits points noirs, qui sont des fragments de trachyte; ces deux variétés de tuf alternent un assez grand nombre de fois par couches de six pouces à un pied de puissance.

La régularité de la stratification du tuf des environs de Naples conduit naturellement à le classer parmi les terrains de sédiment déposés à la manière des terrains tertiaires; la seule différence qu'il présente avec ces terrains c'est qu'il est formé aux dépens des épanchements trachytiques. Les inductions que nous fournit la stratification du tuf sur son origine se changent en certitude par la présence des corps organisés qu'il renferme. Je n'en ai pas trouvé personnellement; mais j'ai vu dans la collection de M. le chevalier Monticelli, à Naples, des huîtres, des cardium et des peignes, provenant du tuf exploité dans les carrières ouvertes dans la colline du Pausilippe. M. Pilla a également recueilli une grande huître et un gros pétuncle lisse au château St-Elme, qui domine la ville de Naples. Les huîtres et les cardium sont analogues à des espèces vivantes; quant aux peignes, ils m'ont paru plus anciens, et pourraient bien n'être que des galets provenant des montagnes calcaires des environs de Naples.

M. Poulett-Scrope (1) indique dans ce tuf des huîtres, des cardium, des buccins et des patelles, dont des analogues vivent actuellement dans la Méditerranée. J'aurai occasion de montrer bien-

Coquilles
fossiles dans le
tuf ponceux.

(1) *Geological Transactions*, vol. II, 3^e partie, p. 354, seconde édition.

tôt qu'on retrouve ces fossiles dans plusieurs autres points, et notamment dans le tuf de l'île d'Ischia.

M. Monticelli possède en outre des fragments de bois encastrés dans le tuf, à la manière des galets; la couleur de ces fragments est un gris jaunâtre clair, ils ont perdu leur consistance et s'écrasent facilement entre les doigts, à la manière des bois pourris.

Une circonstance que je n'ai pas encore mentionnée, c'est que dans quelques couches de tuf, principalement dans les couches argileuses, on trouve des nodules arrondis et concentriques plus durs que la masse; ces nodules ont de l'analogie avec ces espèces d'oolite grossières, si fréquentes dans les terrains tertiaires du midi de la France. Cette disposition est ordinairement le résultat de concrétions, et semblerait indiquer que les eaux qui déposaient mécaniquement le tuf tenaient en outre en dissolution des substances capables d'agglutiner les parties ténues qui étaient en suspension. J'ai trouvé cette variété de tuf aux Camaldoli, à la Solfatare, à Ischia, et même sur les pentes de la Somma. J'appuie sur cette circonstance, en apparence peu importante, parce qu'elle établit de l'identité entre les tufs de ces différentes localités, et qu'elle nous montre d'une manière incontestable que tous les tufs des environs de Naples ont été formés dans les mêmes circonstances, quelle que soit la hauteur à laquelle ils sont maintenant placés.

Le tuf qui forme les pentes de la Somma est exactement le même, il présente seulement des circonstances particulières que je ferai connaître lorsque je décrirai ce vaste rempart du Vésuve.

Le tuf du Pausilippe, en couches presque hori-

Nodules,
concrétionnés
dans le tuf.

zontales près de la mer, se relève par une pente insensible vers la montagne des Camaldoli; souvent la stratification de cette roche a éprouvé des dérangements assez marqués. Aux Camaldoli, la pente des couches qui regardent le sud est de 12° . A Astroni, les couches plongent de 13° à 14° vers l'extérieur du cirque; mais c'est surtout à l'île de Nisita, au Cap Misène (*Pl. III, fig. 5*) et à l'île de Procida que ce terrain a éprouvé de grandes dislocations; les couches y sont aussi fortement contournées que celles des terrains de transition, on les voit dans un espace de quelques toises plonger à plusieurs reprises dans des sens inverses.

Pour donner une idée plus complète de la nature et de la disposition du tuf ponceux, j'ajouterai, aux détails que je viens de donner sur le sol de la campagne de Naples, quelques mots sur le tuf de l'île d'Ischia, où cette roche se montre sur une grande épaisseur, et avec quelques variations de texture. Le mont Epoméo, qui occupe le centre de cette île, et dont la hauteur est environ de 2,605 pieds (1), en est presque uniquement composé; ses couches sont inclinées de 14° à 15° ; les ravins qui descendent de cette montagne coupent les différentes couches du tuf, et nous montrent la grande uniformité de cette formation; le tuf y est en général à grains assez fins, et dans beaucoup de localités il présente les caractères extérieurs de l'argile. La succession des couches de tuf variant d'un point à un autre, je me contenterai de décrire minéralogiquement ses principales variétés; mais je dois faire observer que des couches contenant des fragments de ponce, ayant encore un tissu fibreux bien

Variétés
de tuf ponceux
de l'île
d'Ischia.

(1) Mesuré géométriquement par Visconti.

prononcé, alternent à plusieurs reprises avec des couches argiliformes; on voit cette alternance répétée un assez grand nombre de fois dans le sentier qui conduit de Fontana à l'ermitage placé sur le point culminant du mont Epoméo; il résulte de cette alternance, que toutes les couches sont contemporaines et formées dans les mêmes circonstances, seulement quelques-unes paraissent avoir éprouvé certaines modifications par l'action des trachytes qui les ont traversées dans différents sens, et s'y sont quelquefois infiltrés.

J'ai déjà annoncé que, sur la route d'Ischia à Lacco, on trouve un tuf contenant de nombreux fragments de pierre ponce solide; on le voit dans beaucoup d'autres points de l'île, et notamment près du village de Santo-Montano. Cette variété, toujours peu aggrégée et ayant une apparence moderne, est loin d'y être abondante; il en existe plusieurs autres que nous allons faire connaître.

(a) La plus ordinaire est à grains fins, elle présente un assez grand nombre de cavités dans lesquelles on reconnaît facilement des parties fibreuses s'écrasant entre les doigts. Ce sont des fragments de ponce altérée, ne conservant plus aucune solidité; la couleur de ce tuf est d'un blanc grisâtre, les parties fibreuses sont souvent un peu jaunâtres: la pâte et les fragments ponces, dont le tissu est visible, fondent également au chalumeau en un émail transparent, après avoir éprouvé un boursofflement; cette identité de caractères chimiques, entre deux parties en apparence différentes de la même roche, confirme l'opinion que le tuf est entièrement formé de débris de ponces, dans un état de ténuité différent, et peut-être aussi diversement altérés par les

acides; il contient quelques lamelles de mica noir, des grains de feldspath lamelleux, et des petits cristaux de fer oxidulé, disséminés dans la pâte même du tuf. Ces différentes substances proviennent toutes de la destruction de roches trachytiques aux dépens desquelles le tuf est formé; souvent même cette roche renferme une assez grande quantité de petits fragments de trachyte, que leur couleur foncée pourrait faire prendre pour du quartz noir. La pente ouest du mont Epoméo, depuis Foria jusqu'au plateau placé au pied de son dernier escarpement, est composée de cette roche; le tuf de l'ermitage est plus grossier et les fragments de ponce qu'il contient, sans être aussi solides que près de Santo-Montano, sont néanmoins très-visibles; il ressemble alors complètement au tuf du Pausilippe, il est, comme cette roche, d'un gris verdâtre clair; outre les petits fragments de trachyte que nous avons signalés au milieu du tuf, on y trouve fréquemment des blocs assez considérables, lesquels, ayant préservé de l'action atmosphérique les parties qu'ils recouvrent, forment des espèces de chapiteaux.

(b) Quelquefois le tuf est à grains fins, on n'y voit plus alors aucune trace de ponce et il est complètement homogène: par sa couleur et sa consistance il ressemble entièrement à de la craie, il tache les doigts comme cette roche, mais il ne fait aucune effervescence; c'est principalement dans cette variété de tuf que l'on a trouvé des coquilles près de Fontana. Lorsque la dureté du tuf augmente, il prend alors une texture beaucoup plus serrée; sa cassure, quoique terreuse, devient unie et légèrement conchoïde, à la manière du calcaire d'eau douce, souvent même il présente

des petites cavités, comme cela est assez habituel dans ce calcaire. Parmi ces roches compactes on en trouve à peu de distance de la Sentinella, qui possèdent une assez grande dureté et se cassent en fragments aigus. Quoique ce tuf soit d'un grain très-homogène, cependant on y remarque des parties d'un gris plus foncé qui donnent à la roche une apparence de brèche.

(c) Le tuf ponceux devient assez fréquemment feuilleté, il contient alors quelques paillettes de mica, disséminées principalement à la séparation des feuilletés. Cette circonstance donne à cette roche de la ressemblance avec certains grès.

(d) Une autre variété, qui forme plusieurs couches entre Casamicciola et Lacco, et qui se retrouve avec quelque abondance sur la pente sud du mont Epoméo, entre Fontana et Serrara, est composée de nodules grossiers, terreux, blanc grisâtre, agglutinés par un ciment de même nature; les nodules ont une dureté supérieure à celle de la pâte qui les réunit et à la plupart des autres variétés de tuf, cependant on n'y découvre aucun indice d'état cristallin; cette roche a l'apparence d'une pisolite grossière, elle est analogue à certaines concrétions qui se font dans les eaux incrustantes. Les nodules varient de grosseur, ordinairement ils sont gros comme des pois. Cette variété contient quelquefois des fragments de ponce jaunâtre et altérée.

(e) Enfin, nous avons trouvé, au pied de l'escarpement supérieur du mont Epoméo, une roche entièrement analogue à la brèche alunifère du Mont-Dore; sa pâte est d'un gris-clair; les cavités nombreuses qu'elle présente sont tapissées de petites parties de soufre et de cristaux imparfaits,

blanchâtres, analogues aux cristaux d'alunite. Cette roche contient en outre des parties compactes blanches, qui sont de la pierre d'alun et des cristaux de feldspath.

Cette pierre alunifère m'a paru former une couche comme les différentes variétés de tuf, cependant son gisement n'est pas certain; il se pourrait qu'elle constituât seulement un filon en rapport avec le trachyte qui sort dans différents points de la montagne.

Le tuf est, dans quelques circonstances, traversé par des veinules de calcédoine grossière, dont on ne reconnaît la structure concrétionnée qu'au moyen d'une forte loupe.

Les différentes variétés de tuf alternent ensemble à plusieurs reprises; elles forment des couches minces et bien réglées, sur de grandes longueurs; elles présentent en outre constamment des passages des unes dans les autres. L'on voit sur la pente sud de l'Epoméo, si remarquable par les ravins profonds et nombreux qui la sillonnent, les tufs les plus grossiers, qui paraissent au premier abord avoir été remaniés très-récemment, devenir à grains plus fins et passer à des tufs tout à fait sédimentaires; du reste, toutes ces variétés renferment des fragments nombreux de pierre ponce, et on les trouve répandues indistinctement dans les couches blanches à grains fins et dans celles dont la structure est oolitique; enfin, toutes ces roches sont fusibles en un émail blanc, transparent et bulleux; leur composition est donc analogue, et fournit une preuve de plus de leur identité, malgré quelques différences dans leurs caractères minéralogiques. Les tufs contiennent tous indistinctement une certaine quantité de fer oxidulé répandu dans la

Alternance
réitérée des
différentes
variétés de tuf.

masse, en particules fines et invisibles; on trouve ce minéral en assez grande abondance dans les ravins qui descendent du mont Epoméo, surtout après une pluie un peu forte; le fer oxidulé étant lourd se dépose dans les différentes anfractuosités de ces ravins, sous l'état de sable très-fin, tandis que les parties terreuses sont entraînées plus loin par les eaux qui les tiennent en suspension.

Le tuf de Sorrente, qui est, comme celui de Naples, composé de pierre ponce à des états de trituration différents, et qui seulement est fortement coloré par de l'oxide de fer, ce qui n'influe du reste en rien sur sa nature, offre en outre une circonstance importante, c'est que les couches ponceuses alternent à plusieurs reprises avec des couches de galets calcaires. J'ai déjà mentionné les galets calcaires dans le tuf de l'île d'Ischia, mais non pas en couches réglées.

Couches de
galets calcaires
dans le tuf
ponceux.

La présence de couches de galets au milieu des couches ponceuses, vient confirmer l'opinion que le tuf des environs de Naples est une roche de sédiment, comparable aux terrains tertiaires, opinion appuyée sur la stratification régulière de ce tuf et sur l'existence des fossiles que je vais énumérer. La similitude de composition des différentes variétés de tuf, leur identité dans la manière de fondre au chalumeau, font penser qu'ils sont formés des mêmes éléments, et que leur différence minéralogique tient seulement à l'état de ténuité ou d'altération de leurs parties constituantes, et à des circonstances particulières qui ont accompagné leur dépôt.

Le tuf de l'île d'Ischia contient des fossiles comme celui du Pausilippe; M. Lyell, dans son

Traité de géologie (1), annonce en avoir recueilli dans plusieurs points de cette île : 1° à peu de distance de l'escarpement supérieur du mont Epoméo, environ à 610 mètres au-dessus de la mer; 2° à 30 mètres plus bas environ et sur la pente ouest de cette montagne; 3° près de la tour de Moropano; enfin, il en a trouvé dans plusieurs points du rivage près Casamicciola; ces fossiles étaient tous disséminés dans des couches régulièrement stratifiées de tuf et de l'argile qui alterne avec cette roche. Ces coquilles sont analogues à des espèces qui vivent encore dans la Méditerranée; la seule différence, qu'elles présentent avec ces dernières, consiste dans leurs dimensions, généralement plus grandes; cette circonstance résulte probablement de l'état du globe au moment où elles ont été enfouies dans les couches de tuf. Ces fossiles, qui se rapportent à 32 espèces différentes, d'après la détermination qu'en a faite M. Deshayes, avaient déjà été recueillis dans les argiles de l'Astesan, ainsi que dans les terrains tertiaires de la Sicile. Je vais transcrire les noms de ces différents fossiles, d'après la liste donnée par M. Lyell.

Fossiles dans
le tuf
d'Ischia.

(1) *Principles of geology*, vol. III, p. 126.

Liste des fossiles recueillis par M. LYELL dans le tuf ponceux d'Ischia, et déterminés par M. DESHAYES.

<i>Solen coarctatus.</i>	Brochi.	<i>Melania Cambessadesi.</i>	Pay.
<i>Lucina lupinus.</i>	Bro.	<i>Natica Guillemini.</i>	Pay.
<i>Venus radiata</i>	Bro.	— <i>Valenciennesi</i> ?	Pay.
— <i>verrucosa.</i>		<i>Trochus magnus.</i>	
<i>Cardium sulcatum.</i>		— <i>conuloides.</i>	
— <i>edule.</i>		— <i>crenulatus.</i>	
<i>Pectunculus violascescens.</i>		<i>Trochus</i> , espèces nouvelles.	
— <i>pilosus.</i>		<i>Cerithium Latreillii.</i>	Pay.
<i>Arca</i> , espèces nouvelles.		— <i>vulgatum.</i>	
— <i>Quoyi</i> ?	Payraudeau.	— <i>doliolum.</i>	Pay.
<i>Nucula margaritacea.</i>		— espèces nouvelles.	
<i>Pecten varius.</i>		<i>Turitella terebra.</i>	
— <i>Jacobaeus.</i>		— <i>duplicata.</i>	
— <i>Dumasii.</i>	Pay.	<i>Rostellaria pes pelicani.</i>	
— <i>opercularis.</i>		<i>Buccinum prismaticum.</i>	Bro.
<i>Dentalium novem costatum.</i>		<i>Cypræa lucida.</i>	

Nous avons vu en outre, dans la collection de M. Pilla à Naples,

Des pétoncles (*P. pilosus*), des nucléolites, et des turitelles (*T. terebra* ?), qu'il avait recueillis dans le vallon de Mezza-Via, un peu au-dessous de Lacco, dans une couche de tuf contenant des fragments de ponce, dont le tissu fibreux est bien caractérisé; M. Pilla possède en outre des cérites qu'il a trouvées à la Marina del-Castiglione, dans une couche de lapilli et de cendres.

Il existe également à l'île d'Ischia des fossiles dans l'argile bleue subapennine, qui se montre en quelques points, notamment près de Casamicciola, où elle est exploitée pour poteries; il ne faut pas les confondre avec les coquilles qu'on trouve au milieu du tuf ponceux; ces deux terrains, quoique appartenant l'un et l'autre à la partie supérieure des terrains tertiaires, paraissent cependant d'un âge différent, ainsi que nous l'indiquerons dans quelques lignes.

Depuis la lecture que j'ai faite de ce mémoire à l'académie en novembre 1835, M. L. Pilla a recueilli des coquilles fossiles dans le tuf ponceux de la Somma: cette découverte fournit une preuve de plus de l'identité que ce tuf, considéré en lui-même et indépendamment de la position qu'il occupe, est identique avec celui des Champs-Phlégréens. M. Pilla les a trouvées « dans un tuf argileux et une espèce de trass mis à nu dans une des échancrures du *Fosso-Grande*. Ces coquilles sont le *Turitella terebra*, *Cardium ciliare*, *Corbula gibba*, et un oursin non entier. Ces espèces se rapportent comme celles d'Ischia aux terrains subapennins (1). »

Outre les coquilles, le tuf ponceux contient, dans certains points, des débris de grands animaux. M. Bertrand-Geslin a découvert une grande quantité d'ossements dans le tuf même des environs de Naples, sur la côte de Sorrente; ces ossements lui ont paru en tout semblables à ceux qui existent en si grande abondance dans les terrains subapennins. On sait en outre qu'il existe dans le tuf de Rome, qui correspond à peu près à celui de Naples, des ossements de baleines, d'éléphants et d'hyppopotames.

Il reste maintenant une question intéressante à étudier, c'est l'âge géologique de ce tuf; je ne possède pas de preuves positives pour faire cette détermination avec exactitude; mais différentes considérations me font présumer qu'il est contemporain ou peu postérieur aux terrains tertiaires

(1) Ce passage est extrait d'une lettre écrite par M. Pilla à M. Elie de Beaumont, et communiquée à l'académie des sciences dans sa séance du 3 avril.

Ossements
fossiles dans
le tuf ponceux.

Age du tuf
ponceux.

supérieurs. La présence d'un grand nombre de coquilles identiques avec celles qui vivent actuellement dans la Méditerranée, ne permet pas de le considérer comme plus ancien que les terrains subapennins; les ossements des grands animaux dont j'ai parlé tendraient également à le faire rapporter à ces terrains, s'il était prouvé que le tuf ponceux de Naples est absolument identique par son âge avec celui de Rome, et que les ossements de Sorrente proviennent d'espèces antédiluviennes et n'ont pas été roulés comme les galets calcaires qui les accompagnent. On pourrait encore être conduit à rapporter ces tufs ponceux à la période subapennine, par la considération de la direction générale des redressements du tuf à l'île d'Ischia et dans les Champs-Phlégréens. Cette direction, en faisant abstraction des soulèvements circulaires dus au trachyte, est à peu près de l'Est 20° N. à l'O. 20° S.; c'est également cette direction qui a présidé à la formation de la côte du Pausilippe, et à l'alignement des collines des Champs-Phlégréens. Cette direction est en effet parallèle à celle de la chaîne calcaire qui, au midi du golfe de Naples, s'étend de l'île de Caprée et du cap de la Campanella, par le mont San-Angelo vers l'E.-N.-E., chaîne que M. Elie de Beaumont, dans ses Recherches sur les révolutions du globe, rapporte au système de la chaîne principale des Alpes (1). Il la regarde par conséquent comme immédiatement postérieure aux dépôts subapennins, et aux terrains de transport ancien de la Bresse, aussi bien que la chaîne septentrionale de la Sicile, pour laquelle cet aperçu a été confirmé par les recherches de M. le docteur

(1) Annales des Sciences naturelles, tome 19.

Christie (1). Mais cette relation dans les directions ne suffit pas pour fixer l'âge de la ligne de soulèvement des champs Phlégréens, et permet de la regarder comme plus moderne que la chaîne de San-Angelo. On doit, en effet, remarquer que les lignes d'événements volcaniques sont livrées, pour ainsi dire, à une mobilité perpétuelle, et que la considération des directions ne conserve, comme indication d'âge relatif, qu'une très-faible partie de sa valeur. Le parallélisme de ces deux lignes pourrait bien être un nouvel exemple du fait signalé par M. de Buch, en beaucoup d'autres contrées, d'une ligne volcanique qui a pris naissance au pied d'une chaîne plus ancienne, et parallèlement à sa direction. Cette remarque n'a pas échappé à M. Elie de Beaumont, qui a signalé dans ses leçons, en 1836 et 1837, la possibilité de rapporter les derniers soulèvements qui ont façonné le Vésube, l'Etna, le Stromboli, et fait naître les autres événements volcaniques du littoral S.-O. de l'Italie, y compris ceux des champs Phlégréens, à une époque plus récente que celle du soulèvement de la chaîne principale des Alpes et des derniers courants diluviens. Cette époque coïnciderait peut-être avec les derniers soulèvements indiqués en Morée par MM. Boblaye et Virlet, notamment avec leur système du Ténare, avec des traces de dislocations très-récents signalées en Provence, il y a quelques années, par M. de Villeneuve, et avec celles observées en Sardaigne par M. de la Marmora. Cette hypothèse, qui aurait l'avantage de rendre compte de la belle conservation des massifs de la Somma et de l'Etna, si peu en rapport avec les ravages que des courants diluviens

(1) Annales des Sciences naturelles, tome 25, p. 164.

auraient dû y produire, permettrait encore de rapprocher les tufs coquilliers d'Ischia, des champs Phlégréens et de la Somma d'un grand nombre de dépôts coquilliers répandus sur les côtes de l'Océan et de la Méditerranée, de Uddevalle en Suède, des buttes de Saint-Michel-en-l'Herme sur les côtes de la Vendée, et de la presqu'île du Saint-Hospice près de Nice, ainsi que de ceux que M. de la Marmora a désignés sous le nom de quaternaires en Sardaigne et à Majorque, et des côtes de la mer Rouge. Ces dépôts, dont les coquilles sont identiques avec celles des mers voisines, ont été souvent qualifiés de *subfossiles*. Leur composition, aussi bien que leur situation, paraît s'éloigner beaucoup de celle des derniers dépôts de la période subapennine, caractérisés par des calcairessableux, jaunâtres, tels que ceux de Syracuse, de Livourne et de Montpellier.

Cette classification des tufs ponceux des Champs-Phlégréens parmi les dépôts coquilliers les plus modernes, et à peine distincts de ceux de la période actuelle, semblerait confirmée par leur superposition sur les marnes bleues subapennines; toutefois, comme nous l'avons déjà annoncé, nous ne la présentons qu'avec quelque doute à cause de la ressemblance du tuf ponceux lui-même avec celui de Rome, dans lequel on a trouvé des ossements de grands animaux antédiluviens.

II. TERRAINS TRACHYTIQUES

des Champs-Phlégréens

Les collines qui bordent la baie de Naples au nord, et dont l'ensemble a reçu le nom de Champs-Phlégréens, sont composées principalement du

même tuf ponceux, qui forme le sol de la campagne de Naples. Malgré la disposition cônica de la plupart de ces collines, la stratification du tuf conserve sa régularité, seulement ses couches présentent de nombreux contournements, quelquefois aussi brusques que les contournements des terrains qui composent les hautes montagnes; telles sont les couches de tuf de l'île de Nisita, du cap Misène et de l'île de Procida. Il résulte de cette double circonstance, que ce tuf, d'abord déposé en couches régulières et horizontales, a été soumis depuis sa formation à une cause puissante qui a donné aux Champs-Phlégréens leur relief actuel. L'époque à laquelle elle s'est manifestée est marquée par l'apparition des trachytes. Le plus ordinairement l'action de ces porphyres est seulement indiquée par ses effets; mais à la Solfatare, à Astroni et à Pianura, on voit le trachyte former le noyau même des collines, et les couches du tuf se relever de tous côtés vers ce point central.

L'île d'Ischia, quoique séparée du continent, doit être néanmoins réunie au groupe des Champs-Phlégréens. Le mont Epoméo, qui occupe le centre de cette île, a été soulevé en même temps que les collines des environs de Pouzzol, et ses trachytes ont la même composition. En outre, la direction de la crête d'Ischia et des couches de tuf de l'Epoméo se rapporte aux accidents de stratification des Champs-Phlégréens. On doit également réunir à ce système trachytique les îles Ponces, qui sont dans le prolongement du mont Epoméo, et dont le sol est à la fois trachytique et de tuf ponceux.

Depuis l'apparition des trachytes, les Champs-Phlégréens ont encore été soumis à de grandes

Abaissement
et élévation
successifs du
sol de la
Campanie.

perturbations, qui paraissent en avoir changé le niveau à différentes époques. L'abaissement et l'élévation successifs que le temple de Sérapis a éprouvés (1), nous fournissent une preuve depuis longtemps célèbre, des mouvements oscillatoires auxquels le sol de la Campanie a été en proie. L'examen de toute la côte, comprise entre Pouzzol et le cap Misène, prouve également ce fait intéressant pour l'histoire du globe, et qui rend si probable l'élévation successive des continents (2). En plusieurs points de cette côte, et notamment en face de la Punta-Giulio, on voit des constructions romaines à fleur d'eau, recouvertes par une vingtaine de pieds de terrain de transport, régulièrement stratifié, lequel règne sur tout le développement de la baie de Pouzzols (*fig. 5, Pl. III*). Ce terrain moderne ne peut être le résultat des dépôts que font journellement les eaux qui découlent des collines environnantes, et encore moins le produit de pluie de cendres; il faut donc que le sol, d'abord abaissé au-dessous du niveau de la mer, ait été recouvert par des alluvions, et que plus tard toute la côte ait été portée à sa hauteur actuelle. Le rapport entre l'épaisseur de ce terrain d'alluvion et la hauteur de la partie des colonnes du temple de Sérapis, qui a été submergée, est un rapproche-

(1) Je rappellerai que les colonnes du temple de Sérapis, qui sont encore debout, sont percées de trous de pholades à 23 pieds de la hauteur, et qu'elles sont corrodées jusqu'à cette ligne par leur séjour prolongé dans la mer.

(2) M. le professeur Forbes a développé dans un mémoire fort intéressant, inséré dans le tome I^{er} du Journal de géologie, publié par M. Boué, les preuves des mouvements que le sol a éprouvés dans les environs de Naples.

ment qui rend cette supposition très-probable.

M. Lyell suppose (1) que la dernière des oscillations que le sol de la Campanie a éprouvées, celle qui a élevé la côte de 23 pieds, et nous a dévoilé l'existence du temple de Sérapis, est contemporaine de l'érection du mont Nuovo, qui eut lieu dans l'année 1538.

Les collines des Champs-Phlégréens ont la plupart une forme conique; elles sont en outre isolées les unes des autres, de sorte qu'elles paraissent dues à des actions partielles, analogues à celles qui ont produit les monticules d'ophytes: mais si on étudie leur relation, on reconnaît bientôt que leur ensemble présente de longues lignes orientées de l'est 20° N., à l'ouest 20° S., de même que les terrains stratifiés les plus modernes. La nature de ces collines est simple et uniforme; elles sont composées exclusivement de tuf ponceux en couches régulières; seulement dans plusieurs de ces collines, savoir: aux Camaldoli, à Astroni et à la Solfatare, le centre est occupé par du trachyte, autour duquel se relèvent les couches du tuf. Cette dernière circonstance, que je vais indiquer d'une manière précise, établira la postériorité du trachyte et l'influence de son arrivée au jour sur la formation des Champs-Phlégréens.

Outre les trois localités que je viens de citer, le trachyte forme une avance vers la mer, à la punta Negra, où l'on a établi une caserne pour les forçats. Dans ce point, le trachyte recouvre le tuf, ce qui l'a fait regarder comme très-moderne,

Le relief
des Champs-
Phlégréens
est dû au
trachyte.

(1) *Principles of geology*, vol. 2, page 256.

mais son identité complète avec le trachyte de Pianura au bas des Camaldoli et plusieurs autres circonstances, montrent qu'il appartient à la même époque. Ce recouvrement fournit une preuve certaine de la postériorité de cette roche ignée, et détruit la supposition que l'on pourrait peut-être faire, que les trachytes d'Astroni, de la Solfatare et de Pianura, constituent des espèces d'îlots autour desquels se sont accumulés les tufs qui les composent.

Colline des
Camaldoli.

La colline des Camaldoli est la plus élevée et la plus étendue des Champs-Phlégréens; le point culminant sur lequel est construit le couvent des Camaldoli est à 501 mètres au-dessus de la mer: elle forme une espèce de cirque, qui comprend à peu près les trois quarts de la circonférence d'un cercle, dont le plus grand diamètre est environ de 3000 mètres. La plaine circulaire, dans laquelle est situé Pianura, a la même forme que cette colline; elle peut être considérée comme l'intérieur d'un vaste cratère dont le diamètre serait de 1800 mètres. De tous côtés l'escarpement qui entoure la plaine est à pic; on ne peut y descendre que par deux ou trois sentiers très-sinueux, et dont la pente est fort rapide, tandis que les pentes extérieures de ce cirque sont au contraire assez douces, environ de 14 à 16°; elles sont formées par l'inclinaison des couches qui se relèvent graduellement depuis le Pausilippe jusqu'à sa crête; cette disposition est surtout remarquable lorsque, placé sur un des points de la côte opposée, on peut voir à la fois la colline des Camaldoli et celle du Pausilippe. Par suite de cette disposition, on marche constamment sur les mêmes couches en montant de Naples vers les Camaldoli: on re-

Relèvement
de ses couches
vers le point
central.

coupe au contraire toutes les couches de cette colline dans la descente vers Pianura, les tranches de ces couches venant successivement se dessiner sur l'escarpement intérieur. Ce tuf est généralement incohérent, il contient des fragments de trachyte noir avec autoclase, et de pierres poncees quelquefois en morceaux assez gros. La différence de grosseur de ces fragments fournit un caractère pour reconnaître la stratification du terrain, souvent cachée sous les débris des couches supérieures: du reste, les carrières ouvertes dans le trachyte, qui forme le pied de l'escarpement, montrent la régularité des couches de tuf ponceux qui le recouvre.

Le trachyte se trouve au niveau de la plaine, et forme l'assise inférieure de l'escarpement; son épaisseur n'est pas connue, le sol des carrières étant trachytique: sa surface supérieure est fort irrégulière, de sorte que sa hauteur varie dans les différentes carrières, et par suite il pénètre dans des couches différentes. Dans l'une des carrières que j'ai visitées, le trachyte pouvait avoir 8 mètres de puissance; il est recouvert immédiatement par le tuf ponceux, dont on voit plusieurs couches profiler dans l'escarpement; ces couches plongent d'environ dix degrés au N. 15° E., c'est-à-dire vers l'extérieur de la colline. Le trachyte qui forme ainsi le bas de l'escarpement, et que l'on désigne dans le pays sous le nom de *Piperno*, a des caractères tout à fait particuliers: quoique solide, il est composé de fragments de trachyte agglutinés par une pâte de même nature. Les fragments présentent cette circonstance particulière, qu'ils sont parallèles entre eux et allongés dans le sens de la stratification du tuf ponceux; le trachyte est lui-même un peu schisteux,

Trachyte
à la base de
l'escarpement
inférieur.

Du Piperno.

à la manière des phonolites, ce qui le rend facile à exploiter et d'un emploi avantageux dans les constructions. Les fragments ne peuvent se détacher de la pâte; ils y sont parfaitement soudés, et même ils s'y ramifient, de sorte qu'en réalité ils ne forment que des taches que M. de Buch compare à des flammes; la couleur de ces fragments est plus foncée que celle de la masse. Il existe également quelque différence entre leur composition et celle de la pâte, du moins quant aux caractères extérieurs. Les fragments sont complètement cristallisés, et contiennent de nombreux cristaux de feldspath (autoclase). La pâte possède un tissu beaucoup moins serré, et les cristaux de feldspath y sont plus rares.

La couche immédiatement supérieure au trachyte est chargée d'une quantité beaucoup plus considérable de fragments qu'il est habituel d'en trouver dans le tuf (*fig. 6, Pl. III*); elle paraît au premier abord en être presque exclusivement composée. Les fragments de trachyte noir à cristaux blancs de feldspath sont plus nombreux que ceux de ponce; il semble que ces fragments ont été amenés du bas par le trachyte, à la surface duquel ils auraient flotté, tandis que les parties fines du tuf auraient été fondues par la masse ignée. Les taches noires qui distinguent le piperno seraient alors probablement aussi des fragments du tuf, empâtés par le trachyte, dont les bords auraient éprouvé un ramollissement suffisant pour les souder avec la masse trachytique lorsqu'elle s'est refroidie. L'épaisseur de la couche de débris est à peu près de 1^m.50; au-dessus viennent des couches régulières de tuf, qui ne se distinguent en aucune façon de celles du Pausilippe et même de la Somma.

Couches
de fragments
au contact
du trachyte.

La plaine de Pianura, qui peut être considérée comme le fond du vaste cratère de soulèvement des Camaldoli, est encore très-élevée au-dessus de la mer: elle forme un premier étage, au pied duquel est placé le lac d'Agnano. Après avoir traversé cette plaine, on descend pendant longtemps encore pour arriver aux Astroni. Les couches de tuf ponceux que l'on traverse (*fig. 1, Pl. III*) plongent vers l'extérieur de la plaine sous un angle de 10° environ; l'arc de cercle qui la termine peut donc être regardé comme formant le complément de la circonférence du cratère, dont les bords ont été irrégulièrement soulevés, mais de tous côtés les couches qui l'environnent se relèvent graduellement vers un point qui serait placé au centre de cette vaste plaine.

La colline d'Astroni a la forme d'un cône tronqué très-surbaissé, dont le centre est occupé par une cavité profonde en entonnoir; sa base est environ de 2400 mètres; le diamètre de sa crête circulaire est de 1300 mètres. Les pentes extérieures de cette colline sont assez douces, tandis qu'intérieurement elle présente des escarpements presque à pic, et l'on ne descend dans cette vaste cavité que par une seule rampe pratiquée en corniche sur ses parois. Le centre de cet entonnoir est occupé par un monticule arrondi, d'environ 70 mètres de haut sur les côtés duquel existent deux petits lacs alimentés seulement par les eaux pluviales. La composition de cette colline est identique avec celle du Pausilippe et des Camaldoli; elle est exclusivement formée de couches de tuf ponceux mélangé d'une très-grande quantité d'un trachyte vitreux noir, espèce d'obsidienne, contenant des cristaux de feldspath blanc. La stratifi-

Astroni.

cation de ce tuf est prononcée, on y observe même une disposition commune à la plupart des roches arenacées, qui consiste à présenter des strates obliques au plan des couches. A l'entrée, les couches plongent de 12 à 14° au S. 20° E., et dans chacun des points de cette enceinte l'inclinaison change et se dirige dans le même sens qu'une génératrice du cône qui passerait par ce point. Nulle part on ne voit de coulées de laves : l'uniformité de composition n'est altérée que par la présence du trachyte, qui forme le petit monticule placé au centre de la cavité. Cette circonstance donne au cratère d'Astroni une ressemblance complète avec Santorin et le Cantal.

Le trachyte affecte des caractères assez variés : ses parties extérieures, généralement blanchâtres et dures, présentent quelquefois des taches plus foncées, comme à Pianura; seulement ces taches, répandues d'une manière irrégulière, ne donnent pas à la roche la structure schisteuse. Sur la masse, qui est d'un gris foncé, se détachent de nombreux cristaux de feldspath blanc : leur cassure est très-lamelleuse, ils ne sont pas traversés, comme le feldspath du Mont-Dore, par une infinité de petites fentes qui le font désigner sous le nom de feldspath vitreux.

L'inclinaison régulière des couches du tuf d'Astroni ne permet pas de regarder cette colline comme formée par des éruptions de matières boueuses, ou par l'accumulation de cendres produites à différentes époques : la seule manière de concevoir sa formation est de supposer que les couches de tuf, d'abord horizontales, comme on l'observe encore dans une partie de la campagne de Naples, ont été soulevées circulairement par

Les couches
de tuf se relè-
vent circulai-
rement.

Le trachyte
forme un
monticule au
centre.

l'arrivée du trachyte. Le monticule que j'ai signalé dans l'intérieur même du cratère (*fig. 8, Pl. III*), nous révèle l'existence de cette roche et son mode d'action.

La Solfatare nous offre un autre exemple très-remarquable d'une montagne conique présentant au centre une vaste dépression en entonnoir, dont le pourtour est formé de couches régulièrement stratifiées (*fig. 10, Pl. III*), tandis que le centre est occupé par des masses de trachyte sans connexion avec le massif principal de la montagne; de sorte qu'au premier examen on reconnaît que ces deux parties distinctes doivent leur origine à des causes différentes. La Solfatare s'élève presque immédiatement sur le bord de la mer; elle est isolée de toutes parts; cependant les couches du tuf dont elle se compose se rattachent par une pente douce aux couches du Pausilippe et des environs du lac d'Agnano, qui se relèvent vers le massif trachytique central. Le diamètre de sa circonférence est d'environ 1400 mètres, et son cirque intérieur peut en avoir 520 de large. Sa crête ne se tient pas à une hauteur uniforme, elle s'abaisse fortement du côté de Pouzzol, située au pied même de cette colline, et du côté de l'échancrure qu'elle présente. Son point culminant, élevé au-dessus de la mer de 200^m.75, est de trachyte altéré; cette roche se trouve principalement dans l'intérieur du cratère, dont elle constitue la plus grande partie de l'escarpement, sans toutefois s'élever jusqu'au sommet. Il en résulte que le trachyte, qui forme le point le plus élevé de la Solfatare, est séparé de la masse principale par une certaine portion des couches de tuf. Cette circonstance particulière sert encore à montrer la manière dont

Solfatare.

Trachyte
au centre.

le trachyte est arrivé au jour et a pénétré dans le terrain préexistant.

Le tuf ponceux de la Solfatare est de même nature que celui du Pausilippe, des Camaldoli et d'Astroni; je n'en donnerai donc pas une nouvelle description, je dirai seulement que près du sommet il présente une couche composée en grande partie de petits nodules arrondis, semblables à des pisolites (*fig. 9, Pl. III*). Ces nodules, dont il est difficile de comprendre la formation autrement que par l'action des eaux, sont identiques avec ceux que nous avons indiqués dans le tuf ponceux des environs de Lacco (île d'Ischia), où la régularité de la stratification et la présence des fossiles montrent l'origine neptunienne. Les couches de tuf qui forme le pourtour du cratère de la Solfatare se relèvent circulairement autour de la masse de trachyte, sous un angle de 15 à 16 degrés. Les maisons de campagne placées sur la crête de l'escarpement, desquelles on découvre une assez grande partie de la Solfatare, sont les deux points où l'on observe le plus facilement cette disposition circulaire.

Disposition
des couches de
tuf.

Le trachyte de la Solfatare est à l'état de conglomérat : je n'ai vu nulle part de masse de trachyte comparable à celle qui occupe le centre du cratère d'Astroni : néanmoins, dans les parties moins altérées par les vapeurs acides, on y observe des cristaux de feldspath. Le trachyte qui forme le point culminant dont j'ai parlé est de cette nature; on en trouve également dans le sentier qui descend aux exploitations des terres alunifères. La cavité cratériforme de la Solfatare est ouverte dans ce conglomérat trachytique; mais cette roche, complètement altérée par les vapeurs

acides, est devenue blanche et friable; on n'y aperçoit plus de cristaux de feldspath; elle a quelque analogie avec les roches alunifères de la Tolfa; mais elle présente cette grande différence, qu'elle donne de l'alun par la seule lessivation, tandis qu'il faut griller l'alunite de la Tolfa.

Il se dégage du conglomérat trachytique de la Solfatare de l'eau en vapeur, quelquefois en telle abondance qu'on s'en sert comme moyen de chauffage. Elle est mise à profit, dans l'usine où l'on fabrique de l'alun, par l'évaporation des eaux de lessivage. Il se dégage également du soufre, mais seulement en quelques points; on en recueille vers la cime de l'escarpement ouest, dans des cavités pratiquées à l'endroit même où sortent les vapeurs sulfureuses; il s'en condense également dans la cheminée qui conduit la vapeur d'eau à l'usine d'alun. La plus grande partie du soufre que l'on exploite à la Solfatare provient de la distillation des terres argileuses qui forment le fond même du cratère : cette substance y a été déposée, ou peut-être s'y dépose encore par les vapeurs d'eau qui les traversent sans cesse et qui sont chargées d'acide hydrosulfurique; les terres de la Solfatare contiennent donc le soufre sous forme de petits filons qui pénètrent la masse dans tous les sens, et oblige à la soumettre indistinctement à la distillation; on exploite ces terres au moyen de petits puits semblables à ceux que l'on emploie habituellement dans l'extraction des minerais de fer d'alluvion; on pousse ces puits jusqu'à 40 pieds : on nous a dit qu'on s'arrêtait à cette profondeur parce que, plus bas, on était gêné par la chaleur due à la grande quantité de vapeur d'eau qui s'échappait.

Dégagement
de vapeur d'eau
et de soufre.

L'état actuel de la Solfatare remonte probablement à l'époque même de l'éruption trachytique, du moins les documents historiques les plus anciens nous dépeignent cette montagne comme paraissant déjà, même avant l'ère chrétienne, un volcan éteint, duquel il se dégageait seulement des fumaroles.

La dernière localité où le trachyte s'est fait jour dans les Champs-Phlégréens est située au pied même de la Solfatare, à la pointe dite Punta-Negra (*fig. 11, Pl. III*) : d'après la position de ce trachyte, il est presque certain qu'il appartient à la masse de l'intérieur de la Solfatare, et qu'il s'y ramifie en dessous. Le trachyte de la Punta-Negra forme un escarpement sur le bord de la mer, et constitue ensuite une nappe qui recouvre le tuf jusqu'à une certaine hauteur : vue du bas de l'escarpement, on est porté à croire qu'il s'élève jusqu'à sa partie supérieure, et qu'il est par conséquent continu avec le trachyte du sommet de la Solfatare ; il serait alors le résultat d'une coulée trachytique qui se serait déversée par-dessus la crête du cratère ; mais quand on est placé sur le Monte-Nuovo, ou sur les terrasses des maisons de campagne situées sur la pente E. de la Solfatare, on voit que le trachyte ne se prolonge que sur une très-faible partie de la pente. Le trachyte se ramifie en outre entre les couches même du tuf, et y forme une espèce de filon, contiguë du reste avec la masse supérieure. Les caractères du trachyte y présentent des différences notables, sa texture est lâche et il est scoriacé : cette circonstance tient probablement à un refroidissement plus prompt causé par le peu d'épaisseur du trachyte et son contact avec le tuf.

Trachyte en recouvrement sur le tuf à la Punta Negra.

Le trachyte de la Punta-Negra est semblable au piperno de Pianura ; il présente, comme ce dernier, des taches foncées, parsemées de cristaux de feldspath, qui se dessinent sur une masse d'un gris clair contenant des cristaux. Ces caractères lui sont également communs avec le peu de trachyte solide que nous avons signalé à la partie supérieure de la Solfatare, et me conduisent à le regarder comme un conglomérat trachytique.

Les différentes masses trachytiques que je viens de signaler sont dans une position analogue ; elles sont placées presque toutes au centre des collines où elles existent, aucune ne présente de liaison avec les tufs qui forment les pentes extérieures de ces mêmes collines : ces trachytes ne possèdent aucune stratification, tandis que le tuf constitue des couches régulières qui se relèvent constamment vers ces masses porphyriques. Sans cette dernière circonstance, on pourrait les regarder comme formant des îlots, autour desquels le tuf serait venu se déposer ; mais l'inclinaison des couches de tuf, qui s'élève quelquefois jusqu'à 18 et 20°, ne permet pas d'adopter cette explication, tandis qu'elle est complètement d'accord avec l'idée que j'ai déjà émise, savoir : que le tuf déposé d'abord en couches horizontales dans toute la Campanie avait été soulevé par l'arrivée au jour du trachyte des Champs-Phlégréens.

Les collines des Camaldoli, d'Astroni et de la Solfatare, sont les seules qui portent en elles-mêmes les preuves matérielles de leur mode de formation. Dans la plupart des autres collines des Champs-Phlégréens, cette cause, quoique cachée, devient cependant évidente par la double circon-

Indépendance des trachytes et du tuf ponceux.

stance que leurs couches, régulièrement stratifiées et de même nature que le tuf ponceux du Pausilippe, se relèvent toujours circulairement vers leur centre. Quelques-unes des dépressions, comme le lac d'Agnano placé au milieu d'un cirque, nous paraissent, par la même raison, avoir été formées par des phénomènes analogues. Le Monte-Nuovo, dont le nom indique l'origine moderne, est comme tous les autres monticules des environs de Pouzzol, composé de couches de tuf ponceux, régulièrement stratifiées et ordonnées de même par rapport à un centre. La pente du Monte-Nuovo qui regarde Pouzzol est recouverte de scories, sous lesquelles le tuf est caché; mais il est à nu sur les autres pentes extérieures, et de plus on voit dans l'intérieur du cratère les couches de tuf profiler sur tout son pourtour. La crête du Monte-Nuovo présente une arête saillante sur une partie de sa longueur, ce qui de loin lui donne la forme de deux montagnes qui se projettent l'une sur l'autre. La cavité cratériforme qui en occupe le centre est très-profonde, et sa surface inférieure n'est élevée que de quelques pieds au-dessus de la mer, la hauteur totale étant de 134 mètres, tandis que la profondeur du cratère est de 128 mètr. (1). La pente extérieure est d'environ 30°, celle de l'escarpement intérieur est en quelques points plus considérable.

D'après la stratification et la nature du tuf qui compose le Monte-Nuovo, il est certain que ce monticule a été formé, comme Astroni et la Solfatare, par l'exhaussement du tuf.

(1) *Principles of geology*, page 73, tome 2.

Cette conclusion, qui résulte nécessairement de la disposition des couches de tuf, est confirmée par les preuves que nous fournit l'histoire, car le Monte-Nuovo s'étant formé il y seulement trois siècles, en 1638, plusieurs témoins de cette mémorable éruption nous en ont transmis les détails. Le récit de Porzio, médecin célèbre de cette époque, est pour ainsi dire la traduction de la théorie des soulèvements. Après avoir parlé des tremblements de terre qui désolèrent la Campanie pendant deux années entières, il dit (2) : « Les 5 et 4 » jours des calendes d'octobre la terre éprouva des » secousses continuelles le jour et la nuit. La mer » se retira de deux cents pas environ, et les habi- » tants purent recueillir sur cette partie du rivage » une grande quantité de poissons, et on y vit » jaillir des sources d'eau douce. Enfin, le troisiè- » me jour des calendes d'octobre, on vit le terrain » compris aujourd'hui entre le pied de la mon- » tagne que les habitants appellent Monte-Barbaro » et la partie de la mer qui avoisine le lac d'Averne,

Le Monte-Nuovo a été formé par soulèvement.

(1) Fuit hæc regio biennio fere magnis terræ motibus agitata, ut nulla in ea superesset domus integra, nullum ædificium quod non certam et proximam ruinam minaretur. at vero V et VI kal. oct. perpetuis diebus noctibusque terra commota est; mare passibus fere CC recessit, quo quidem loco, et ingentem piscium multitudinem accolæ capere, et aquæ dulces salientes visæ sunt. III tandem kal. magnus terræ tractus, qui inter radices montis, quem Barbarum incolæ appellant, et mare juxta Avernum jacet, sese erigere videbatur, et montis subito nascentis figuram imitari. Eo ipso die hora noctis II, iste terræ cumulus, aperto veluti ore, magnâ cum fremitu, magnos ignes evomit; pumicesque, et lapides, cineresque.—Porzio, *opera omnia medica, philosophica et mathematica in unum collecta*, 1736.

» s'élever et prendre subitement la forme d'une
 » montagne naissante.. Ce même jour, à deux
 » heures de la nuit, ce monticule de terre s'en-
 » trouva avec un grand bruit, et il vomit par la
 » large bouche qui s'était formée des flammes con-
 » sidérables, ainsi que des ponces, des pierres
 » et des cendres. » Ces paroles n'indiquent-elles
 » pas, de la manière la plus positive, que le
 Monte-Nuovo est sorti de terre sous la forme
 d'une vaste ampoule, qui s'est crevée au milieu et
 a donné naissance au cratère de soulèvement que
 l'on observe à sa partie supérieure?

Les idées que je viens d'émettre sur la formation
 du Monte-Nuovo, sont aussi celles que M. Capocci
 a développées avec beaucoup de sagacité dans ses
 Recherches sur le phénomène que présente le tem-
 ple de Sérapis (1). M. Capocci démontre dans ce
 mémoire que le retrait de la mer rapporté par
 Porzio n'a été qu'apparent, attendu que son niveau
 n'a changé ni dans les ports de Naples, ni dans
 ceux de Castellamare et d'Ischia, qui sont situés
 dans la même baie que le Monte-Nuovo; c'est
 donc, dit-il, par suite d'un mouvement d'ascen-
 sion qu'une certaine partie de la côte a été mise
 à sec.

Les témoignages authentiques que je viens de
 citer ne peuvent laisser aucun doute sur l'époque
 de la formation du cratère du Monte-Nuovo;
 mais l'état de conservation de certains monuments
 romains construits au pied même de cette mon-
 tagne, peut faire penser qu'il existait déjà un
 monticule dans cet endroit, et que c'est seulement

(1) *Nuove Ricerche sul noto fenomeno delle colonne perforate dalle foladi nel tempio di S. c'apide in Pozzuoli.*

la partie supérieure du Monte-Nuovo qui a été sou-
 levée en 1538; en effet, les temples d'Apollon et de
 Pluton, construits immédiatement au pied du
 Monte-Nuovo et sur les bords du lac d'Averne,
 ne paraissent avoir souffert aucunement de son
 élévation. Les murs, qui existent encore, ont con-
 servé leur position verticale, et les voûtes sont
 dans le même état que dans les autres monuments
 de la côte de Baies. La longue galerie qui conduit
 à la grotte de la Sibylle, placée sur l'autre bord du
 lac d'Averne, ne paraît pas non plus avoir éprouvé
 de dégradations par suite de cet événement ex-
 traordinaire : son toit est resté parfaitement hori-
 zontal, seulement le sol de la chambre où la
 sibylle rendait ses oracles est maintenant couvert
 de quelques pouces d'eau, ce qui semblerait an-
 noncer que le niveau du lac d'Averne est légè-
 rement changé. Pour que les monuments qui avoi-
 sinent le Monte-Nuovo eussent éprouvé si peu de
 dégradations, il faudrait que cette montagne se
 fût élevée sans avoir produit le moindre mouve-
 ment dans le sol : cette circonstance peu naturelle
 devient encore moins probable quand on se rap-
 pelle que la masse de cette colline est formée,
 ainsi que je viens de le dire, de couches du même
 tuf ponceux que toutes les autres collines des
 Champs-Phlégréens. On peut donc supposer,
 sans être en contradiction avec les relations
 historiques, que la colline du Monte-Nuovo,
 soulevée à une certaine hauteur par l'arrivée au
 jour des trachytes, et par conséquent contempo-
 raine de la Solfatare et d'Astromi, a été exhaus-
 sée en 1538 par une éruption à la fois de gaz et de
 scories, de manière à présenter la forme de deux
 montagnes projetées l'une sur l'autre.

Dans la dépression placée au pied de l'arête saillante, il existe une couche de scories intercalée dans la partie supérieure de l'escarpement, entre les couches de tuf ponceux. Les scories qui se sont écoulées dans l'intérieur ont été rasées et peut-être projetées au dehors par le dégagement des gaz qui paraissent être sortis avec une grande abondance. C'est également à cette éruption gazeuse qu'est due la pluie de cendres dont on indique que l'élévation du Monte-Nuovo a été accompagnée : ces cendres ne seraient, au reste, que des débris du tuf ponceux projetés en l'air par les gaz dont nous venons de parler.

Les laves scoriacées qui existent à la surface du Monte-Nuovo ont des caractères différents de celles du Vésuve, et elles ne paraissent pas avoir coulé. Elles sont composées d'un assemblage de grains imparfaitement cristallins agglutinés ensemble, ce qui les rend très-caverneuses; elles ne présentent pas les cavités allongées si caractéristiques des ponces, et sous ce rapport elles n'ont aucune ressemblance avec les pierres ponces avec lesquelles on les a comparées; elles ont au contraire de l'analogie avec les laves d'Ischia, et particulièrement celles dites de l'Arso, qui est sortie dans l'année 1301.

Nature
géologique de
l'île d'Ischia.

L'île d'Ischia se rattache aux Champs-Phlégréens d'une manière presque continue par le cap Misène et l'île de Procida : elle doit son origine à des phénomènes du même genre que ceux qui ont élevé les Camaldoli et les autres collines des environs de Naples, et ils se sont produits très-probablement à la même époque; c'est du moins ce qui paraît résulter de la nature du terrain qui forme l'île d'Ischia, ainsi que de la direction

générale qui a présidé au relèvement de ses couches. Le centre de cette île est occupé par le mont Epoméo, qui ne le cède en grandeur qu'au Vésuve et à la montagne de Castella-Mare; sa hauteur est de 2605 pieds anglais (794^m.) au-dessus de la mer, et sa base présente une circonférence de 8000 mètr. de développement. A bien dire, le mont Epoméo Mont Epoméo. forme dans son entier l'île d'Ischia; les cratères modernes qui se sont ouverts à différentes époques sur ses pentes ne sont guère plus importants que les bouches qui se forment journellement sur les flancs du Vésuve et n'en altèrent aucunement la disposition générale.

Le mont Epoméo est composé presque exclusivement de couches régulières de tuf ponceux. J'en ai indiqué les différentes variétés avec quelques détails dans le paragraphe consacré à la description du terrain des environs de Naples; j'ai fait ressortir l'identité du tuf d'Ischia avec celui du Pausilippe et des Champs-Phlégréens. Cette identité est un des faits les plus importants à bien constater, parce que le tuf d'Ischia contenant de nombreuses coquilles marines, qui le font regarder généralement comme formation sous-marine, il en résulte que toute cette formation a été déposée par sédiment. Je ne reviendrai donc pas sur ce sujet, et je dirai seulement quelques mots du trachyte et des volcans modernes qui existent dans cette île.

Le trachyte doit former le noyau de l'île d'Ischia, mais il ne se montre que dans quelques points. Sur les côtes il existe au Monte-Vico, à la Punta-Cornachia, et le petit îlot sur lequel est construit le château qui domine la ville d'Ischia, est trachytique. Cette roche constitue ensuite plusieurs collines d'un ordre secondaire, telles que le

Trachyte de
l'île d'Ischia.

Monte-Marococo, entre Lacco et Forio, et celle qui surmonte Casamicciola, etc. Le ravin profond que l'on suit depuis St-Lorenzo est ouvert dans cette roche. Le trachyte d'Ischia est complètement cristallin, il ne contient pas de fragments comme les trachytes de Pianura, de Punta-Negra. Sa pâte offre des variétés assez prononcées; tantôt elle est compacte à la manière de certains porphyres, ou vitreuse comme dans les obsidiennes ou les perlites: elle contient toujours des cristaux de feldspath.

La position relative du trachyte et du tuf dans l'île d'Ischia vient confirmer les conclusions que nous avons été conduit à adopter pour les Champs-Phlégréens. Au Monte-Vico, le trachyte s'élève au milieu du tuf; il en coupe les couches sous des angles variables, de la même manière que ferait un filon qui se ramifierait dans différentes directions. Au Monte-Marococo, non-seulement cette roche ignée s'introduit entre les couches de tuf, mais celles-ci sont en outre redressées à son approche. Il résulte de cette courte description que le trachyte de l'île d'Ischia se trouve, relativement au tuf ponceux, dans les mêmes circonstances, que le trachyte d'Astroni, et par suite qu'il lui est postérieur. À Ischia même le trachyte présente un caractère de postériorité encore plus prononcé, puisqu'il coupe les couches du tuf, et qu'il y forme des espèces de filons. L'époque à laquelle ce trachyte est venu au jour, nous paraît la même que celle qui a vu s'élever les Champs-Phlégréens; la direction générale des couches du tuf, sans être bien régulière, se rapproche cependant de la ligne O. 20° S., E. 20°, N., suivant laquelle le tuf ponceux a été relevé dans les Champs-Phlégréens. Il est donc naturel

Age
des trachytes
d'Ischia.

de supposer que les trachytes de l'île d'Ischia sont contemporains de ceux de la baie de Naples. L'élévation simultanée de tous ces trachytes correspond à l'époque où se sont faites les dislocations qui ont affecté les terrains tertiaires les plus modernes.

L'île d'Ischia, depuis l'épanchement des roches trachytiques, a été soumise à un grand nombre d'éruptions volcaniques analogues à celles du Vésuve. L'histoire et les traditions nous montrent cette île ravagée par les feux souterrains à une époque bien antérieure à l'ère chrétienne. Depuis l'apparition du Vésuve il n'y a eu qu'une seule éruption en 1301. Il semblerait que l'action volcanique ayant désormais une nouvelle issue, elle ne puisse plus se faire sentir par ses anciens soupiraux. Les différentes coulées de laves qui existent à l'île d'Ischia, et surtout celle de 1301, désignée sous le nom de coulée de l'Arso, fournissent des preuves des lois que les laves suivent dans leur refroidissement, et que nous décrirons bientôt avec quelques détails en parlant du Vésuve. Cette coulée, qui est sortie au pied du Monte-Rotaro, est inclinée d'environ 5° à sa partie supérieure, tandis qu'elle fait seulement un angle de 2° avec l'horizon dans la partie où elle a traversé la route d'Ischia à Lacco. Malgré cette faible inclinaison, elle possède tous les signes du mouvement, et elle est extrêmement tourmentée. Sa surface est très-inégale et composée de fragments incohérents, dont plusieurs sont placés verticalement; ses bords, élevés de 5 à 6 pieds au-dessus de la surface du sol, sont nets, et semblent former une espèce de mur en pierres sèches, disposition qui montre évidemment que la matière liquide a constam-

Volcans
modernes de
l'île d'Ischia.

ment coulé à l'abri d'une enveloppe de lave déjà solidifiée.

Le peu d'épaisseur de la coulée de 1301, malgré la faible pente du sol sur lequel elle s'est répandue, me fait supposer qu'elle était plus fluide que les laves du Vésuve ne le sont ordinairement; sa composition présente également quelques différences avec ces dernières. La lave de l'Arso contient des cristaux de feldspath assez nombreux, quelques paillettes de mica et des grains jaunâtres de péridot, toujours assez rares. La pâte grise qui les renferme est plus bulleuse en petit que les laves du Vésuve; elle a beaucoup d'analogie avec la lave du Monte-Nuovo, qui contient aussi des cristaux de feldspath, et dont la masse est composée d'un assemblage de grains incomplètement cristallins, paraissant de nature feldspathique. Ces laves diffèrent également l'une et l'autre des trachytes et des pierres poncees. Cette différence de composition répondrait d'une manière certaine à la supposition qui a été faite, que les pierres poncees ont pu être introduites dans le tuf par des actions volcaniques, si déjà nous n'avions prouvé que ce tuf est entièrement ponceux.

LETTRE

A la commission des Annales des mines, sur un calorifère adapté à la cheminée d'aérage de la mine de houille de Seraing (Belgique);

Par M. DURIEUX,

Ingénieur des mines de la province de Namur.

Messieurs, on a souvent eu l'occasion de remarquer dans les houillères de la Belgique, qui dégagent beaucoup d'hydrogène, que ce gaz s'est enflammé au tocfeu, sorte de réchaud que l'on suspend dans la fosse d'aérage, afin d'en chauffer l'air et de le forcer à circuler dans les ouvrages; et qu'il a occasionné, par les détonations qu'il a produites, des accidents désastreux. Pour remédier à un aussi grave inconvénient, M. John Cockerill, qui possède à côté de son vaste établissement de machines à vapeur, situé dans la commune de Seraing, près de Liège, un charbonnage où les couches de houille en exploitation exhalent beaucoup de gaz hydrogène, a conçu l'idée de faire établir un calorifère près de la cheminée d'aérage, pour remplacer le tocfeu dont il vient d'être parlé; cet essai a été couronné d'un plein succès, car depuis plusieurs années que ce calorifère est construit, l'air circule avec une grande activité dans les ouvrages, et ce savant industriel a, par cet appareil fort simple, puissamment contribué à diminuer, dans les travaux de mines de houille,

le nombre des explosions qui ont si souvent porté la désolation et le désespoir dans un grand nombre de familles d'ouvriers mineurs.

Dans l'intérêt de l'humanité, j'ai cru devoir, messieurs, vous adresser ci-joint le plan et coupe de ce calorifère, avec une légende explicative, afin que vous puissiez, si vous le jugez convenable, faire insérer l'un et l'autre dans les Annales des mines.

LÉGENDE.

De la figure 6, de la planche I.

AA, épaisseur des murs de la cheminée.

B, tuyau de la cheminée.

C, grand poêle en tôle de fer; sa hauteur est de 8 mètr.; le diamètre a 1 mètre 20 centimètres; au-dessus se trouve un tuyau qui sert de cheminée et qui est surmonté d'un registre pour modérer le courant du feu.

Pour empêcher le poêle de rougir, il faut le doubler dans l'intérieur avec des briques réfractaires: ce poêle est entouré d'un mur, avec une voûte au-dessus et ensuite un toit: on doit avoir soin de mettre des ancrs pour le maintenir contre la cheminée.

Le foyer est fait de la même manière que pour une chaudière à vapeur.

Le poêle étant chauffé, l'air qui l'entoure se dilate, devient plus léger et monte dans la cheminée avec la vitesse que lui donne la chaleur du poêle. Voyez les petites flèches qui indiquent le sens du mouvement: l'air entre par l'ouverture *a*, et monte dans la cheminée par l'ouverture *b*.

NOTICE

Sur le plomb vaniadaté zincifère et cuprifère;

Par M. A. DAMOUR.

Ce minéral, dont le gisement ne m'est pas connu, est en petites masses mamelonnées, à la surface d'un quartz carié ferrugineux; sa couleur est jaune brunâtre à la surface. Si l'on casse les échantillons, on remarque qu'ils sont d'un vert sombre à l'endroit de la cassure, et les parties qui avoisinent la gangue sont d'un rouge de brique. Sa poussière est jaune pâle, sa cassure est luisante et lisse; il raie la chaux carbonatée.

Au chalumeau, sur le charbon, il fond en bouillonnant et se réduit en scorie, ayant à la surface l'aspect de la plombagine; cette scorie, pulvérisée dans un mortier d'agate, donne une poudre grise et des paillettes métalliques ductiles. Chauffé dans le tube fermé, il donne de l'eau en perdant environ 4 pour 100 de son poids; dans cet état, les fragments rouges ont pris une couleur brune, et les fragments verts ont pris une nuance plus pâle. Fondu sur une coupelle avec le borax, il donne, au feu de réduction, un verre vert mélangé de brun; et au feu d'oxydation un verre de couleur orange. Avec le sel de phosphore il donne, au feu de réduction, un verre d'une belle couleur verte qui passe au jaune orangé au feu d'oxydation. C'est ce dernier caractère qui

m'a fait soupçonner dans ce minéral la présence du vanadium.

Je me suis servi de la méthode suivante pour procéder à son analyse qualitative :

Un gramme de minéral, réduit en poudre fine, fut fondu dans un creuset de platine, avec quatre fois son poids de bi-sulfate potassique. La masse, fondue et refroidie, était d'un rouge brique foncé; traitée par l'eau bouillante, elle laissa un résidu très-abondant de sulfate plombique. La liqueur filtrée était d'un bleu pâle. Après l'addition de quelques gouttes d'acide sulfurique, elle fut soumise à l'action d'un courant de sulfure hydrique. Il en résulta un précipité floconneux brun foncé et peu abondant, qui, recueilli sur un filtre et essayé au chalumeau, fut reconnu pour être formé de sulfure de cuivre, mêlé à quelques traces de sulfure de plomb.

La liqueur, dont le sulfure de cuivre avait été séparé par la filtration, paraissait être d'un bleu plus foncé qu'elle ne l'était avant l'action du sulfure hydrique. Saturée avec de l'ammoniaque, quelques gouttes de sulfhydrate ammoniac y firent naître un précipité abondant, d'une couleur lie de vin, et le liquide surnageant devint d'un beau rouge. La digestion avec le sulfhydrate ammoniac diminua un peu le volume du précipité, qui fut recueilli sur un filtre, lavé et séché. La liqueur rouge, séparée par la filtration du précipité insoluble, fut légèrement acidulée par quelques gouttes d'acide hydrochlorique faible; il en résulta un précipité brun, floconneux, qui devint noir en se resserrant. Ce précipité grillé et traité par différents réactifs, a présenté tous les caractères des oxides du vanadium.

Il restait à étudier le précipité couleur lie-de-vin, formé par l'addition du sulfhydrate ammoniac. A cet effet, je le fis fondre sur une feuille de platine, avec du carbonate potassique et un peu de nitre; la masse fondue fut traitée par l'eau et filtrée, pour recueillir la partie insoluble. La liqueur filtrée contenait du vanadate potassique, mêlé au carbonate potassique mis en excès. Le résidu insoluble recueilli sur le filtre fut dissous, encore humide, dans l'acide hydrochlorique; la dissolution, saturée par quelques gouttes d'ammoniac faible, laissa apparaître un précipité floconneux, qui fut redissous par l'ammoniac mise en excès.

Le sulfhydrate ammoniac produisit, dans la liqueur limpide, un volumineux précipité blanc, qui se resserra beaucoup en séjournant dans le liquide. Ce précipité, essayé par divers réactifs, m'a présenté les caractères du sulfure de zinc.

Le même minéral, dissous dans l'acide nitrique, a laissé reconnaître la présence du chlore à l'aide du nitrate d'argent.

Une analyse que j'ai renouvelée, pour déterminer les proportions de chacune des parties constituantes de ce minéral, m'a donné les résultats suivants :

Chlore.	0,02265
Ac. vanadique	0,15860
Ox. plombique	0,70860
Ox. zincique	0,06345
Ox. cuivrique.	0,02960
Eau	0,03800
	<hr/>
	1,02090

Il y a ici augmentation de poids; on peut la diminuer un peu en présentant ainsi l'analyse :

Chlore.	0,02265	}	
Plomb.	0,06624		
			Oxigène.
Ac. vanadique. . . .	0,15860		0,041163
Ox. plombique . . .	0,63725		0,045695
Ox. zincique	0,06345		0,012507
Ox. cuivrique. . . .	0,02960		0,005970
Eau.	0,03800		0,033777
	<hr/>		
	1,01579		

CHIMIE (EXTRAITS)

(Travaux de 1836)



1. *Quelques idées sur une NOUVELLE FORCE agissant dans les combinaisons des corps organiques*; par M. Berzélius. (Ann. de Ch., t. 61, p. 146.)

Dans la nature inorganique, il se forme de nouvelles combinaisons entre différents corps qui sont en présence, parce que ces corps ont une plus grande tendance à se combiner entre eux qu'avec d'autres corps. Les corps qui ont une grande affinité les uns pour les autres se combinent entre eux, en repoussant ceux pour lesquels ils ont une affinité plus faible et auxquels ils étaient combinés d'abord, et ces derniers se combinent également entre eux. Jusqu'à l'année 1800, on ne connaissait, outre cette tendance des corps à se réunir, que la chaleur, et dans quelques cas la lumière, qui pussent agir dans la combinaison des corps. Plus tard, on reconnut l'influence de l'électricité, mais on vit bientôt aussi que les affinités chimiques et électriques étaient la même chose, et que la chaleur et la lumière n'avaient d'autre action que celle d'augmenter ou de diminuer ces affinités. Lorsqu'on passe à l'étude de la chimie organique, on trouve des corps très-différents entre eux, tirés d'une même matière brute par les différents organes. Dans les animaux, cette matière brute, qui est le sang, coule dans des vaisseaux non interrompus, et donne naissance

à toutes les différentes sécrétions : telles que le lait ; la bile , l'urine , etc. , sans la présence d'aucun corps étranger qui aurait pu servir à former de nouvelles combinaisons.

Kirchhof découvrit que de l'amidon dissous dans des acides étendus d'eau se transformait , à une certaine température , en gomme , puis en sucre de raisin ; et cependant il n'y avait là aucune combinaison entre les éléments de l'acide et ceux de l'amidon , car on n'observa jamais aucun dégagement de gaz. En traitant la dissolution par des bases , on retrouva tout l'acide employé ; la dissolution ne contenait que du sucre , dont le poids dépassait légèrement celui de l'amidon employé. Quelque temps après , Thenard découvrit une nouvelle substance , le peroxide d'hydrogène , dont les éléments ne sont retenus entre eux que par une affinité très-faible. Sous l'influence des acides , ce corps ne se décomposait pas ; mais sous l'influence des alcalis , on voyait une tendance de ses éléments à se séparer ; il se formait une fermentation lente avec un dégagement d'oxygène , et il y avait formation d'eau. On vit bientôt que non-seulement des corps solubles dans cette substance produisaient cet effet , mais même que d'autres corps organiques et inorganiques , tels que le manganèse , l'argent , le platine , l'or , la fibrine , etc. , agissaient de la même manière sur cette substance. Cette décomposition a lieu par la seule présence du corps étranger , en vertu d'une force qui nous est encore inconnue , sans que ce corps soit entré pour la plus petite partie dans la nouvelle combinaison , car les recherches les plus minutieuses ne pouvaient faire découvrir en lui la plus petite altération.

Edm. Davy reconnut que si on humecte du platine excessivement divisé avec de l'alcool , celui-ci en s'allumant rend le platine incandescent , et que l'alcool est transformé en acide acétique s'il contient de l'eau. Tout ceci mena à la grande découverte de Doëbereiner , qui consiste en ce que l'éponge de platine a la propriété d'allumer un courant d'hydrogène dirigé sur elle. Cette découverte fut suivie de près par celle de Dulong et Thenard , qui trouvèrent que le platine ne possède pas seul cette propriété ; que d'autres corps , tels que l'or , l'argent , le verre , agissent de même , mais seulement lorsqu'ils sont exposés à une assez haute température , tandis que pour le platine , l'iridium et les autres métaux qui accompagnent le platine , cet effet a lieu même beaucoup au-dessous de la température de la glace fondante. On reconnut l'analogie entre le phénomène de la transformation du sucre en alcool par la présence d'un corps étranger insoluble , et celui de la décomposition du peroxide d'hydrogène en eau et en oxygène par la présence du platine , de l'argent , de la fibrine et de quelques autres corps également insolubles. On ne connaissait aucun cas analogue à celui de la décomposition du peroxide d'hydrogène par la présence d'alcalis dissous dans cette substance , car à cette époque on n'avait pas encore reconnu l'analogie de ce phénomène avec celui de la formation du sucre au moyen d'amidon et d'acide sulfurique. On retrouve quelque chose de semblable dans une des hypothèses sur la formation de l'éther. Suivant cette hypothèse , l'acide sulfurique s'emparerait d'une partie de l'eau contenue dans l'alcool , et formerait ainsi l'éther ; mais on ne pouvait pas expliquer pourquoi d'autres

corps, tels que la potasse, le chlorure de calcium, la chaux vive, etc., qui ont une très-grande affinité pour l'eau, ne produisaient pas le même effet. Mitscherlich montra que si on verse de l'alcool sur de l'acide sulfurique à une température supérieure à celle de l'ébullition de l'eau, l'eau et l'éther sont distillés ensemble, et forment un mélange dont le poids est parfaitement égal à celui de l'alcool employé. Ainsi l'acide sulfurique n'agit pas là en vertu de son affinité pour l'eau; son action est analogue à celle des alcalis sur le peroxide d'hydrogène; elle est, de même, analogue à celle de l'acide sulfurique sur l'amidon dans la formation du sucre.

Il est donc prouvé que plusieurs corps simples et composés, solubles et insolubles, ont la propriété d'exercer sur d'autres corps une action très-différente de l'affinité chimique. Au moyen de cette action, ils produisent dans ces corps des décompositions de leurs éléments et des recompositions différentes, de ces mêmes éléments, auxquelles ils restent étrangers.

Cette nouvelle force, qui était inconnue jusqu'ici, est commune à la nature organique et inorganique. Je ne crois pas qu'elle soit une force tout à fait indépendante des affinités électro-chimiques de la matière; je crois, au contraire, qu'elle n'en est qu'une nouvelle manifestation; mais tant que nous ne pourrons pas voir leur liaison et leur dépendance mutuelle, il sera plus commode de la désigner par un nom séparé. J'appellerai donc cette force, *force catalytique*. J'appellerai de même *catalyse* la décomposition des corps par cette force, de même qu'on désigne par analyse la décomposition des corps par l'affinité chi-

mique. Voici maintenant les questions relatives à cette force catalytique qui se présentent d'abord. Cette force catalytique peut-elle produire des différences dans les produits catalytiques suivant qu'elle est plus ou moins intense?

Des corps différents doués de force catalytique, peuvent-ils engendrer des produits catalytiques différents aux dépens d'un même corps composé?

Les corps doués de force catalytique, peuvent-ils exercer cette action sur un grand nombre de corps composés différents, ou cette action est-elle restreinte à un petit nombre de corps?

Ces questions ne pourront être résolues que par des recherches ultérieures; il suffit pour le moment d'avoir établi l'existence de cette force par un nombre suffisant d'exemples. Cette force donne lieu à des applications nombreuses dans la nature organique; ainsi ce n'est qu'autour des *yeux* de la pomme-de-terre qu'on trouve de la diastase; c'est au moyen de la force catalytique de la diastase, que l'amidon, qui est insoluble, est transformé en sucre et en gomme, qui étant solubles forment la sève qui monte dans les germes de la pomme-de-terre. Cet exemple, si évident de l'action de la force catalytique dans une sécrétion organique, n'est vraisemblablement pas le seul dans le règne animal et dans le règne végétal, et l'on pourra peut-être trouver par la suite que c'est par une action analogue à celle de la force catalytique que se produit la sécrétion de corps si différents, qui tous cependant sont tirés d'une même matière: la sève dans les plantes, et le sang dans les animaux.

2. *Sur les CHALEURS SPÉCIFIQUES*; par M. Baudrimont. (Acad. des Scien., 2 juin 1836.)

En prenant en considération toutes les expériences qui ont été faites sur les chaleurs spécifiques, j'ai été conduit à reconnaître la loi suivante: « Dans les mêmes circonstances, les quantités de chaleur renfermées dans les corps sont proportionnelles au nombre des molécules qu'ils contiennent. »

3. *Sur LE FROID produit par la dissolution des sels dans l'eau*; par M. Th. Thomson. (R. of G. science, 1836.)

On ne peut, en ayant égard seulement à la solubilité d'un sel, se rendre compte du froid produit par la dissolution d'un sel dans l'eau; ce froid paraît dépendre essentiellement de la rapidité avec laquelle on opère la dissolution; c'est ce qui fait qu'on produit beaucoup plus de froid en se servant d'un acide étendu pour dissol-
vant.

4. *CONGÉLATION ARTIFICIELLE DE L'EAU*; par M. Malapert de Poitiers. (Journ. de Phar., t. 22, p. 222.)

Le meilleur moyen de se procurer promptement de la glace, consiste à obtenir l'abaissement de température nécessaire, en dissolvant du sul-

fate de soude cristallisé dans de l'acide sulfurique étendu. L'acide le plus convenable est celui que l'on obtient en mêlant 3 p. d'acide à 66° avec 2 p. d'eau et qui marque 45°; c'est à ce degré que sa faculté dissolvante est la plus grande; 1 p. d'acide à 45° dissolvant 17 p. de sulfate de soude, en faisant descendre la température de + 14° à — 37°.

L'appareil se compose d'une boîte en bois blanc de 15 pouces de hauteur, 12 p. de longueur et 8 p. 6 l. de largeur; à 6 l. du bord est un filet carré sur lequel portent les bords d'un couvercle; les planches dont cette boîte est construite n'ont que 4 l. d'épaisseur.

2° D'une boîte en fer-blanc, haute de 12 p. 6 l., longue de 6 p. 3 l. à l'ouverture, et de 5 p. 8 l. au fond, large de 3 p. 6 l. à l'ouverture, et 3 p. au fond, munie d'un rebord en fer-blanc, assez large pour être fixé sur la boîte en bois qui la contient; l'intervalle de ces deux vases est rempli de coton cardé.

3° D'un couvercle tout en bois, fait, comme le corps de l'appareil, de deux pièces contenues l'une dans l'autre, assujetties au moyen de planchettes, et dont l'intervalle est rempli de coton.

4° De deux moules en fer-blanc, destinés à contenir l'eau que l'on veut faire congeler, hauts de 12 p. 6 l.; longs de 4 p. 8 l. à l'ouverture, et 4 p. 5 l. au fond, larges de 7 l. à l'ouverture et 6 l. au fond; dépolis et vernis. Tout l'appareil est également verni, de sorte qu'il est inattaquable par l'acide, et qu'on peut le laver après l'opération.

On met dans la boîte 6 livres 12 onces de sulfate

de soude pulvérisé, et 4 livrés 8 onces d'acide sulfurique à 45°; on plonge dans ce mélange les deux moules, dans chacun desquels on a préalablement mis 1 livre d'eau; on couvre l'appareil, et au bout d'un quart d'heure on agite le mélange avec une baguette en bois verni; on réitère cette manœuvre une ou deux fois dans le cours de l'opération, qui ne dure que 40 minutes, sans que l'on soit obligé de renouveler le mélange, et, quelle que soit la température de l'atmosphère, pourvu que celle de l'acide et du sel ne soit pas à plus de + 13° avant leur mélange, et que l'on tienne l'appareil exactement fermé.

Si après avoir retiré la glace des moules on remet 8 onces d'eau dans l'un d'eux, et qu'on le plonge dans le même mélange, on obtient encore 8 onces de glace dans l'espace de 50 à 60 minutes.

5. *Sur un dégagement DE LUMIÈRE qui a lieu pendant la combinaison chimique des métaux entre eux, et sur le GAZ HYDROGÈNE ARSÉNIÉ*; par M. Vogel. (Journ. de Phar., t. 22, p. 237.)

L'arsenic produit le phénomène de l'ignition en se combinant avec le zinc, mais il n'en est pas de même lorsqu'on le combine avec le plomb ou avec l'étain. L'antimoine ne donne pas lieu non plus à un dégagement de lumière en se combinant au zinc, au plomb ou à l'étain.

L'arséniure composé de 1 atome de zinc et 1 atome d'arsenic donne du gaz hydrogène arsénié parfaitement pur, lorsqu'on le dissout dans

l'acide muriatique étendu. Ce gaz, exposé aux rayons du soleil, laisse déposer de l'arsenic, mais non pas la totalité de ce qu'il en contient.

6. *Sur le phénomène de la DÉCRÉPITATION*; par M. Baudrimont. (Acad. des Scien., 16 mai 1836.)

Les corps qui décrépitent lorsqu'on les chauffe, peuvent être divisés en deux grandes classes: 1° les corps fixes; 2° les corps qui peuvent donner des produits aériformes. Dans la première classe se trouvent: les sulfates de baryte, de strontiane et de potasse; les chromate et bichromate de potasse, le fluorure de calcium, les chlorure et bromure de potassium et de sodium; l'iodure de potassium et la galène. Dans la seconde classe, on distingue les nitrates de baryte et de plomb, le spath d'Islande, le cyanure de mercure, l'émétique, le sulfate de chaux, l'acétate de cuivre, la crème de tartre et le prussiate jaune de potasse.

Les substances qui contiennent de l'eau de combinaison, ou les éléments de l'eau en grande quantité, ne décrépitent réellement point si elles ne sont pas susceptibles de se cliver; telles sont le carbonate de soude, le sulfate de soude, le sulfate de magnésie, etc. En sorte qu'il paraît évident que le clivage est une condition de la décrépitation au moins aussi essentielle que la présence de l'eau ou de ses éléments.

Les substances qui décrépitent étant de celles qui se clivent facilement et qui sont de mauvais

conducteurs de la chaleur, il arrive que leurs parties externes sont les premières échauffées, et que la dilatation qu'elles éprouvent les force de se séparer des parties voisines qui n'ont pas encore éprouvé la même température, ce qui est facilité par la propriété qu'elles ont de se cliver.

7. *Sur la PROPRIÉTÉ MAGNÉTIQUE DES MÉTAUX;*
par M. Faraday, (Royal institution, 1836.)

Tous les métaux possèdent la propriété de devenir magnétiques aussi bien que le fer, et non pas d'une manière faible et incertaine, comme on l'avait admis jusqu'ici : il suffit, pour cela, de les amener à un certain degré de température, qui varie pour chacun d'eux. Au-dessus et au-dessous de cette température ils perdent leur vertu magnétique; précisément comme pour la liquéfaction chaque corps exige un degré de chaleur particulier. Le fer et le nickel sont les seuls métaux qui soient magnétiques à la température ordinaire; mais au rouge vif le fer perd cette propriété, et elle disparaît déjà dans le nickel à la température de l'ébullition de l'huile.

8. *Sur la LIQUÉFACTION DES GAZ;* par M. Aimé.
(Acad. des sc.)

Pour liquéfier les gaz, je me sers d'un appareil très-simple, qui consiste en un tube de verre très-fort, à quatre branches parallèles, ou recourbé trois fois parallèlement sur lui-même. Voici com-

ment on opère. Avant de courber le tube, on place dans son intérieur une cloison en cire, puis on lui donne la forme indiquée, en ayant soin que la cloison se trouve assez près de la courbure du milieu. On remplit alors une des parties avec du mercure et du gaz à comprimer, et on ferme à la lampe, et en l'étirant en pointe, l'ouverture du tube par laquelle on les a fait entrer. On place ensuite séparément, dans les autres parties, du zinc et de l'acide sulfurique étendu, de manière qu'ils soient chacun dans une branche séparée, puis on ferme le tube à la lampe : après quoi, en le renversant, on met le zinc en contact avec l'acide, et l'on fait fondre en même temps la cloison de cire. Aussitôt l'hydrogène se dégage et refoule le mercure, et par suite comprime le gaz; et si la pression est assez forte, celui-ci se condense en une petite goutte liquide à l'extrémité de la pointe du tube.

9. *Sur la LIQUÉFACTION DES GAZ;* par M. Kemp.
(Institut, 1836.)

La grande expansibilité que M. Thilorier a observée dans l'acide carbonique liquide est une propriété générale qui appartient à tous les gaz liquéfiés. De -10°C. , point où le gaz sulfureux se liquéfie sous la pression atmosphérique, à $+15^{\circ}\text{C.}$ cet acide se dilate de $\frac{1}{7}$. De $+15^{\circ}\text{C.}$ à $+40$, son expansion est beaucoup plus grande. De 10°C. à $+100^{\circ}\text{C.}$ son volume augmente de $\frac{1}{3}$, et il se trouve alors soumis à une pression de 25 atmosphères.

10. *Sur la solubilité en général, et en particulier sur la solubilité des SELS*; par M. Persoz. (Ann. de Chim., t. 3, p. 273.)

Partant de considérations particulières sur l'état moléculaire des corps, soit libres, soit en combinaison, j'ai été amené à envisager la solubilité des corps dans un véhicule quelconque, comme une véritable combinaison; conséquemment, j'ai dû considérer comme telle l'action que l'eau exerce sur les sels: aussi, par l'application du principe, j'ai été conduit à établir la proportion suivante: le maximum de solubilité d'un sel quelconque correspond à une formule moléculaire, laquelle peut être déduite de la formule moléculaire de ses composants.

Cette proposition entraîne, comme conséquence, l'insolubilité d'un sel toutes les fois que la combinaison avec l'eau ne peut s'opérer. La solubilité, au contraire, devra être déterminée, parce que le sel aura tendance à jouer soit le rôle d'acide, soit le rôle de base, l'eau jouant à volonté le rôle de base et d'acide.

Il y a deux classes de sels solubles, ceux qui sont formés par des bases très-puissantes, et ceux qui sont formés par des bases moins fortes et des acides puissants. Les sels insolubles sont ceux dans lesquels l'alcali est exactement saturé par l'acide, et dont la combinaison n'a ni réaction alcaline ni réaction acide, ou pour préciser davantage ceux dont la valeur moléculaire de l'acide et de la base se compensent réciproquement (1).

(1) M. l'ingénieur des mines de Villeneuve a traité le même sujet que M. Persoz, dans un mémoire d'un grand inté-

11. *Expériences relatives à l'obstacle qu'opposent certains GAZ à la combinaison d'un mélange explosif d'oxygène et d'hydrogène soumis à l'action du platine*; par M. W. Henry. (Phil. mag., novembre 1836.)

C'est M. Turner qui a remarqué le premier que la présence de certains gaz suffit pour annuler, ou du moins pour retarder, l'action du platine sur un mélange d'oxygène et d'hydrogène; il a été porté à attribuer cet effet à une action mécanique, par laquelle les gaz en question terniraient la surface métallique du platine. Mais si l'on considère que l'action retardatrice se fait apercevoir surtout dans les gaz qui ont une grande affinité pour l'oxygène, on sera, je pense, plus dis-

rêt, qu'il a publié il y a plus de huit ans, et qu'il a présenté à l'Académie des Sciences. Après avoir établi, par diverses considérations, que les lois de solubilité admises jusqu'à ce jour ne peuvent expliquer l'ensemble des phénomènes qui sont offerts par les dissolutions, il énonce l'opinion que la force dissolvante est fort analogue à l'affinité chimique, et que les dissolutions ne sont que le commencement d'une combinaison chimique. Il montre, par un grand nombre de faits, que l'eau agit comme acide à l'égard des bases, comme base à l'égard des acides; et tantôt comme acide, tantôt comme base à l'égard des sels. Après quoi il entre dans une discussion approfondie, relativement aux sels, il présente un tableau systématique du degré de leur solubilité, et il pose les principes suivants:

Les sels les moins solubles, dus aux bases *puissantes*, sont ceux que celles-ci forment avec les acides *puissants*;

Les moins solubles des sels, dus aux bases *moyennes*, sont ceux que ces bases forment avec les acides *moyens* et l'acide carbonique; avec des acides trop faibles, elles donnent des sels solubles. Exemple, hydrosulfates;

Les sels les moins solubles des bases *faibles* sont ceux

posé à attribuer cette action à la grande affinité de l'oxygène pour ces gaz. Voici ce qui se passe avec le gaz oxide de carbone et le gaz oléfiant.

Le platine en plaque n'exerce qu'une action très-lente sur un mélange de deux volumes d'oxide de carbone et de un volume de gaz oxygène; la combinaison est accélérée si, au lieu de placer le mélange sur l'eau, on le place sur une dissolution de potasse. En employant du platine en éponge, la combinaison est encore plus prompte. Enfin, le précipité noir de Liebig convertit rapidement le mélange en acide carbonique en devenant incandescent.

Lorsqu'il y a mélange d'hydrogène, il arrive que l'oxide de carbone ayant plus d'affinité pour l'oxygène, en prend une beaucoup plus grande quantité, et que l'action chimique prédominante est toujours la formation de l'acide carbonique. On peut opposer à cette manière de voir ce fait bien connu, que l'oxygène et l'hy-

qu'elles forment avec les acides *faibles*. Exemple, les carbonates et hydrosulfates de zinc.

L'insolubilité paraît être la destruction complète des propriétés de la base et de l'acide.

Pour augmenter la solubilité des sels insolubles, il suffit de rendre ceux-ci basiques ou acides.

M. de Villeneuve a examiné aussi l'action de l'alcool comme dissolvant, et il a fait voir qu'il se comporte comme l'eau, avec cette différence qu'il est plus basique que ce liquide.

Enfin il s'est occupé également des phénomènes qui résultent de la décomposition réciproque des sels.

Ainsi M. l'ingénieur de Villeneuve avait établi, il y a plus de huit ans, par des considérations très-développées, la même théorie de la solubilité des sels, que M. Person vient de présenter par aperçu.

P. B.

drogène se combinent immédiatement avec détonation par l'intermédiaire du platine, tandis que la combinaison de l'oxygène avec l'oxide de carbone ne s'effectue que très-lentement. Mais il me paraît évident que cette différence résulte de ce que la combinaison de l'oxygène avec l'hydrogène ne reste pas à la surface métallique du platine; mais se convertit promptement en liquide par l'effet du contact des parois froides de la cloche; tandis que le gaz qui résulte de la combustion de l'oxide de carbone, reste à la surface du platine, empêche le métal de s'échauffer, en l'isolant du mélange gazeux, et retarde par conséquent la formation de l'acide carbonique. Le fait signalé plus haut, que la présence de la potasse caustique accélère la combustion de l'oxide de carbone en absorbant l'acide carbonique à mesure qu'il se produit, tend à confirmer cette explication.

Le platine sous forme de plaque ne produit aucune action sur un mélange de gaz oléfiant et d'oxygène. Sous forme d'éponge, il n'exerce qu'une action très-faible à la température ordinaire, même lorsque le mélange se trouve placé sur une dissolution de potasse. Mais si l'on en élève la température à 480° F., la combinaison a lieu immédiatement et avec incandescence. En se servant du précipité noir de Liebig la combinaison a lieu, quoique lentement, à la température ordinaire, mais avec rapidité à la température de l'ébullition de l'eau.

Tous ces faits, qui tendent à démontrer que l'affinité de l'oxygène pour les éléments du gaz oléfiant est infiniment moindre que sa force attractive pour les éléments de l'oxide de carbone,

expliquent comment il se fait que l'action du gaz oléfiant, pour retarder l'union du gaz hydrogène et oxygène, est beaucoup moins forte que ne l'est celle de l'oxide de carbone; pourquoi le gaz oléfiant ne retarde la combinaison des gaz oxygène et hydrogène que dans le cas seulement où son volume excède de beaucoup celui du mélange explosif; et pourquoi son action s'accroît notablement à une température élevée. Quand le gaz oléfiant est ajouté en grande proportion à un mélange explosif, son affinité plus faible pour l'oxygène est compensée par sa masse; mais même alors il est incapable de s'approprier chimiquement une portion de l'oxygène pour former de l'acide carbonique, comme cela a lieu avec l'oxide de carbone.

12. *Description d'un procédé propre à séparer de très-petites quantités d'ARSENIC des substances dans lesquelles il se trouve mélangé; par M. Marsh. (Edim. Journ., octobre 1836.)*

Lorsque l'acide arsénieux, en dissolution dans l'eau pure ou dans de l'eau chargée de substances organiques quelconques, se trouve en contact avec de l'hydrogène à l'état naissant, il est réduit, et l'arsenic est entraîné par ce gaz, avec lequel il se combine. On remplit ces conditions en versant de l'acide sulfurique étendu dans la liqueur, après y avoir introduit un morceau de zinc parfaitement pur. On peut se servir pour cela de la lampe ordinaire à gaz hydrogène, ou de tout autre appareil analogue.

Pour reconnaître la présence de l'arsenic dans

le gaz qui s'est dégagé, on y met le feu, et l'on présente à la flamme un morceau de verre. Si le gaz hydrogène est pur, le verre ne se ternit pas, parce qu'il ne se produit que de l'eau; mais s'il renferme de l'arsenic, le verre se recouvre d'un enduit métallique, qui a la forme de zones concentriques. On peut aussi recevoir la flamme dans un tube de verre d'un demi-pouce de diamètre, et 7 à 8 pouces de largeur, incliné de 45° sur le jet. S'il y a de l'arsenic dans le gaz, il s'en dépose sur la partie du tube qui est en contact avec la flamme, il se fait un dépôt d'acide arsénieux un peu au-dessus, et on sent une notable odeur d'ail à l'extrémité du tube.

On reconnaît, de cette manière, la présence de l'arsenic dans une dissolution qui n'en renferme que $\frac{1}{10000}$ de son poids.

13. *Nouveau procédé pour la préparation de l'IODE ET DU BRÔME; par M. Bussy. (Journ. de Phar., t. 23, p. 17.)*

Le procédé d'extraction de l'iode généralement suivi, et qui consiste à décomposer les eaux-mères des soudes de varec au moyen de l'acide sulfurique concentré, est, comme on l'a reconnu depuis longtemps, sujet à donner des résultats très-variables, en raison de ce qu'une portion de l'iode passe souvent à la distillation, soit à l'état d'acide iodhydrique, soit à l'état de chlorure d'iode, et que, dans l'un et dans l'autre cas, il en résulte toujours une perte assez notable dans la quantité du produit.

Pour éviter cet inconvénient, M. Soubeiran

avait proposé de précipiter l'iode des eaux-mères au moyen du sulfate de cuivre, et de décomposer ensuite l'iodure de cuivre par le peroxide de manganèse à une température élevée. Mais ce procédé exige des soins très-minutieux et beaucoup de précautions, lorsqu'on tient à retirer la totalité de l'iode qui existe dans les eaux-mères, et nous ne pensons pas qu'il ait été jamais employé dans aucune fabrique.

Ces motifs nous engagent à faire connaître un procédé beaucoup plus simple, qui est employé depuis peu de temps par quelques fabricants d'iode; il a été découvert (si nous sommes bien informés) par M. Barruel, chef des travaux chimiques à la faculté de médecine. Il consiste à précipiter l'iode des eaux-mères de varec au moyen d'un courant de chlore.

On prend pour cela les eaux-mères de soude de varec. On les évapore à siccité, on ajoute au résidu de l'évaporation un dixième de son poids de peroxide de manganèse en poudre, on mélange exactement les deux substances, et l'on chauffe le mélange au rouge-brun naissant, dans une chaudière de fer, en agitant fréquemment. Cette calcination a pour objet de faire passer à l'état de sulfate les sulfures et hyposulfites, qui sont en grande quantité dans les eaux-mères. Il est très-facile de reconnaître que ces composés sont transformés en sulfates en prenant une petite quantité de la matière calcinée, et versant dessus de l'acide sulfurique en excès: elle ne doit donner, lorsque la transformation est complète, ni dégagement d'hydrogène sulfuré, ni dépôt de soufre.

Si pendant la calcination on voyait se dégager des vapeurs violettes, il faudrait modérer l'action

de la chaleur pour éviter la déperdition de l'iode.

Lorsque les sulfures sont entièrement décomposés, on dissout le résidu dans l'eau en quantité suffisante pour obtenir une dissolution à 36° de l'aréomètre.

On fait alors passer dans cette dissolution un courant de chlore gazeux, en ayant soin d'agiter continuellement avec un tube de verre. La liqueur se colore fortement, se trouble ensuite, et laisse déposer l'iode sous forme de poudre noire; on le recueille et on le distille dans une cornue en verre, afin de l'obtenir cristallisé, ainsi qu'on le trouve dans le commerce. La seule difficulté que présente cette préparation est de bien saisir le point où l'on doit arrêter l'action du chlore, afin de n'en pas faire passer un excès qui réagirait sur l'iode précipité. Cet excès de chlore est surtout à craindre lorsque l'on veut extraire des mêmes eaux-mères le brôme qu'elles renferment.

Il convient, pour éviter d'ajouter un excès de chlore, de laisser déposer un instant la liqueur lorsqu'on croit être près du point de saturation, d'interrompre le courant de chlore, et de diriger le gaz sur la surface du liquide; tant qu'il contient encore de l'iodure en dissolution on voit se former sur cette surface une pellicule d'iode; le même effet n'a plus lieu lorsque tout l'iode est précipité; dans ce dernier cas, la liqueur s'éclaircit promptement et ne conserve plus qu'une légère teinte rougeâtre.

L'extraction du brôme, telle qu'on la pratique ordinairement, présente aussi de grandes difficultés que l'on peut éviter par le procédé suivant.

Ce procédé a la plus grande analogie avec le précédent; il est fondé comme lui sur la plus

grande affinité du chlore et sur la propriété qu'il possède de déplacer le brôme de ses combinaisons. Il permet en outre d'utiliser les eaux-mères d'iode, qui jusque-là étaient restées sans emploi. On prend les eaux-mères de soude de varec après en avoir précipité l'iode par le chlore, comme nous venons de l'indiquer. Ces eaux-mères renferment du brôme, qui s'y trouve à l'état de bromure métallique, lorsqu'on a eu soin toutefois de ne pas ajouter du chlore plus qu'il n'en faut rigoureusement pour précipiter tout l'iode. On ajoute, à mille deux cent cinquante parties de ces eaux-mères, trente-deux parties de peroxide de manganèse en poudre, et vingt-quatre d'acide sulfurique ordinaire à soixante-six degrés. On verse le tout dans une cornue en verre tubulée, à laquelle se trouve adapté un ballon également tubulé, et à celui-ci un tube qui va plonger dans une éprouvette. La cornue et le ballon, ainsi que le ballon et le tube, doivent être rodés l'un sur l'autre assez exactement pour que l'appareil puisse être monté sans lut ni bouchons, qui seraient inévitablement détruits par l'action du chlore.

Tout étant ainsi disposé, on chauffe la cornue, de manière à porter le liquide à l'ébullition; le brôme se condense dans le ballon sous forme de stries huileuses rouges avec une petite quantité d'eau; on arrête l'opération lorsqu'il cesse de se produire des vapeurs rouges.

En chauffant légèrement le ballon sans démonter l'appareil, on fait passer le brôme dans l'éprouvette, où il se condense par refroidissement.

Il ne faut rejeter les eaux-mères qui ont servi à cette préparation, que lorsqu'on s'est assuré,

par l'addition d'une nouvelle quantité d'acide sulfurique et d'oxide de manganèse, qu'elles ne contiennent plus de brôme.

14. *Réaction de l'IODE sur l'hydrate d'amidon, par l'intermédiaire d'une étoffe de coton; par M. Jonas. (An. der Phar., t. 20, p. 40.)*

Dans les épreuves ordinaires de l'iode, au moyen de l'amidon, cette substance se sépare en partie des bandes de papier dont on fait usage, et donne à la liqueur une teinte bleuâtre qui peut induire en erreur.

Pour obvier à cet inconvénient, il faut substituer au papier du calicot déjà empesé, ou que l'on empèse encore légèrement pour plus de sûreté. On le fait sécher, on le lave avec un peu d'eau tiède, on le fait sécher de nouveau, et on le découpe en bandes.

Si on lave dans l'eau ces bandes devenues bleues par l'iode, toute la matière colorante s'en détache, et on peut, si l'on veut, doser l'iode qu'elle renferme.

L'étoffe de coton peut aussi servir à la recherche du brôme. Elle prend une belle couleur jaune en se combinant avec ce corps; mais il faut bien faire attention à cette circonstance déjà connue, qu'à une faible chaleur le brôme abandonne déjà l'hydrate d'amidon, et se volatilise.

15. *Analyse d'un mélange de CHLORE, de BROME et d'IODE*; par M. Osann. (An. de Pog., t. 39, p. 21.)

Le chlorure d'argent devient d'un gris violet à la lumière. Le bromure devient d'un gris noirâtre. Si l'on a à analyser un mélange de chlorure et de bromure, on distille deux portions égales du mélange avec de l'acide sulfurique étendu, en arrêtant la première opération au moment où l'acide hydrobromique commence à se dégager, et la seconde au moment où il ne se dégage plus d'acide hydrochlorique. On précipite le liquide qui reste de chaque opération par le nitrate d'argent, et le poids moyen des deux précipités donne la proportion du brome. Pour reconnaître la nature du liquide qui passe à la distillation, on en fait tomber de temps en temps une goutte dans un petit tube contenant du nitrate d'argent; on filtre le dépôt, et on examine la couleur qu'il prend au contact de la lumière.

On parvient à séparer l'iode du chlore et du brome en profitant de la propriété que possède l'iode de former avec l'acide arsénieux une combinaison insoluble dans l'eau froide. Voici comment il faut opérer : on distille la liqueur qu'il s'agit d'analyser avec de l'acide sulfurique étendu, on sature le liquide condensé avec de la potasse, on le chauffe jusqu'au point d'ébullition, on y ajoute une dissolution concentrée d'acide arsénieux ou d'arsenite d'ammoniaque, on évapore à sec, on chauffe le résidu à la lampe, on le reprend par l'eau, et l'on filtre. La partie insoluble renferme tout l'iode en combinaison avec l'acide ar-

sénieux; on la délaye dans l'eau, et on fait passer à travers un courant d'hydrogène sulfuré, qui transforme l'arsenic en sulfure insoluble, et l'iode en acide hydriodique; cet acide reste dans la liqueur et on en précipite l'iode au moyen du nitrate d'argent.

16. *Sur un SULFURE D'AZOTE*; par M. Grégory. (J. de Pharm., t. 21, p. 315, et t. 22, p. 301.)

Quand on met en contact le gaz ammoniaque sec avec le chlorure de soufre également sec, il se forme de l'hydrochlorate d'ammoniaque, et il y a dépôt de soufre et dégagement d'azote. Mais lorsque l'on verse du chlorure de soufre dans de l'ammoniaque liquide, les effets sont très-différents; il se dépose une matière rouge visqueuse, et la liqueur se trouve contenir beaucoup de sulfate d'ammoniaque. La matière rouge est insoluble dans l'eau, mais en la faisant bouillir longtemps dans l'alcool, elle finit par s'y dissoudre. En distillant la dissolution, il s'en sépare du soufre, et, par le refroidissement, les eaux-mères laissent déposer un corps blanc cristallin, qui est insoluble dans l'eau, mais qui se dissout très-bien dans l'alcool. Ce corps a pour caractère de donner une belle couleur pourpre quand on le met en contact avec une dissolution alcoolique de potasse un peu chaude; chauffé avec de la potasse ou de la chaux, il produit du sulfure de potassium ou de calcium, avec dégagement d'ammoniaque. L'analyse que j'en ai faite m'a donné 92 à 93 de soufre, pour 5,5 à 6,5 d'azote. J'y ai trouvé aussi de l'hydrogène, mais en quantité si petite, que je suis

disposé à l'attribuer à de l'eau hygroscopique. C'est donc le sulfure d'azote NS^6 . Ce composé ne se forme qu'en très-petite quantité, et il s'en produit moins avec le chlorure ordinaire qu'avec celui qui est saturé de soufre.

17. *Emploi du plomb pour l'eudiométrie*; par M. Th. de Saussure. (Bibl. un. de Genève, t. 8.)

On sait que la grenaille de plomb mouillée, et agitée avec de l'air en absorbe le gaz oxygène à la température atmosphérique. Cette propriété, restée jusqu'à présent sans application, fournit, par une agitation continuée au plus pendant trois heures, un procédé qui peut faire évaluer la proportion du gaz oxygène de l'air jusqu'à sa millièmième partie, et qui offre à plusieurs égards des avantages sur les eudiomètres les plus usités.

Le vase où je fais ordinairement cette opération est un matras ou une cornue dont le col est mastiqué à son ouverture avec une virole de métal, pourvue extérieurement d'échancrures destinées à recevoir une clef. Cette virole contient un écrou qui ne pénètre qu'à quatre ou cinq millimètres dans la virole. A cet écrou s'adapte un bouchon de métal à vis, à tête carrée, qui s'enchâsse aussi dans une clef; il y a un rebord large de six millimètres, muni en dessous d'un anneau de cuir gras qui s'applique sur la virole du matras.

Ces clefs servent à serrer fortement la vis du bouchon de métal, et à empêcher l'attouchement immédiat de ce vase avec les mains pendant sa clôture.

Les matras employés pour la plupart de mes épreuves eudiométriques sur l'air commun, ont une capacité de 150 à 250 centimètres cubes. Leur col a une longueur d'environ 15 centimètres, et une capacité comprise entre le tiers et le quart de celle de la boule, pour que l'absorption de l'oxygène atmosphérique puisse se mesurer dans le col.

Le verre de ces vases ne doit pas avoir moins d'un millimètre d'épaisseur, pour qu'ils ne soient pas exposés à se casser par l'agitation de la grenaille; les grains de celle-ci doivent être les plus petits de ceux qu'on trouve dans le commerce, 88 pèsent environ un gramme.

On en prend pour chaque analyse un poids bien déterminé, et à peu près égal à un cinquième du poids de l'eau requise pour remplir le matras.

La quantité d'eau qu'il faut ajouter à la grenaille sèche doit être égale à un dix-septième de son poids, une plus ou moins grande dose de liquide retarde l'oxidation du plomb. La liqueur en excès a d'ailleurs l'inconvénient de former une écume nuisible à la détermination du volume du gaz, résidu de l'absorption. L'eau qui mouille la grenaille n'équivaut pas ainsi à un et demi pour cent du volume de l'air soumis à l'analyse. On expose, pendant deux ou trois heures à l'air libre, le matras ouvert, chargé de grenaille humectée, ou, pour abrégé, on en renouvelle l'air avec un soufflet dont le tuyau se termine par un tube rebourbé. Après avoir observé la température et la pression, on ferme le matras avec les clefs dont j'ai parlé précédemment. Si l'on analyse un air différent de l'air atmosphérique, l'on substitue au matras eudiométrique une petite cornue ren-

versée, dont le col est terminé par un robinet, et dont la panse retient la grenaille humectée.

Après y avoir fait le vide on lui transmet le gaz à éprouver. Dans plusieurs cas on peut se dispenser de l'usage d'une pompe pneumatique et du robinet, en remplissant d'eau la cornue chargée de grenaille; on déplace ce liquide sur la cuve pneumatique par le mélange des gaz; on égoutte, en inclinant la cornue, les grains de plomb, qui retiennent dans leurs interstices l'eau requise pour l'oxidation. On ferme ce vase avec un bouchon de métal à vis pour y ajouter la grenaille, et l'on mesure le gaz résidu en le transvasant dans un tube gradué. Immédiatement avant cette opération, la cornue fermée doit être plongée dans de l'eau qui ait une température inférieure à celle où le gaz a été introduit. Ce gaz y subit une condensation momentanée destinée, à empêcher son évaporation accidentelle, qui s'opérerait s'il n'avait pas éprouvé une diminution de volume.

Je reviens à l'air atmosphérique dont l'analyse comporte plus de précision. Les grains de plomb mouillés, qui n'ont point eu jusqu'ici d'action sur l'air, parce qu'on a eu soin de ne pas les mouvoir, doivent être soumis à une vive agitation, qu'on opère seulement dans la boule du matras, pour qu'ils n'en ternissent pas le col; ils la revêtent d'une couleur jaune, qui prend une teinte grise par trois heures de mouvement. Cette dernière teinte, due au mélange de l'oxide jaune avec le plomb très-atténué, est un indice certain que tout le gaz oxygène a disparu. Ce procédé fournit du gaz azote très-pur; il n'a jamais subi aucune diminution par le gaz nitreux. La clôture avec le simple bouchon à vis est assez sûre pour qu'on

puisse interrompre pendant un temps indéterminé l'agitation de la grenaille.

Après avoir pris à une balance, sensible environ à un centigramme, le poids du matras, on l'ouvre sous l'eau en le renversant; on substitue à son bouchon un robinet ouvert; on fixe le matras renversé sur un support qui embrasse la boule de ce vase par une pince circulaire; on met au même niveau l'eau intérieure et extérieure; on détermine les circonstances atmosphériques de température et de pression, et l'on ferme le robinet, dont la clef doit être assez mobile, pour que cette clôture s'opère sans toucher le matras. La différence entre le poids de ce vase chargé de l'eau qui vient d'y pénétrer et le poids du matras plein d'eau, donne le volume de gaz résidu de l'absorption.

On mesure, par un procédé analogue au précédent, le volume de l'air avant l'absorption, en ayant égard, dans l'un et l'autre cas, au poids approximatif de l'air ou du gaz déplacé par l'eau.

Si le col du matras était gradué, on mesurerait l'absorption par la seule inspection; mais ces évaluations sont trop vagues, et les graduations ordinairement trop imparfaites sur un col large et irrégulier, pour que la méthode des pesées ne soit pas beaucoup plus exacte.

Quoique je ne prétende pas substituer pour les épreuves communes ce procédé à celui de Volta, qui l'emporte sur tous les autres par la promptitude de l'exécution, et qui est indispensable dans plusieurs analyses, on trouvera que l'oxidation du plomb a pour l'exactitude les avantages suivants.

Les déterminations de l'oxygène par la com-

bustion de l'hydrogène ont l'inconvénient d'être subordonnées à la pureté incertaine de ce gaz, et à la destruction du gaz azote.

La plupart des chimistes ne s'accordent pas sur la proportion du gaz oxygène atmosphérique, indiqué par l'eudiomètre de Volta. Pour parler seulement de ceux qui ont fait des recherches étendues à ce sujet, je citerai MM. de Humboldt et Gay-Lussac, qui trouvent dans 100 d'air 21 de gaz oxygène; M. Dalton, qui n'en reconnaît que 20,7 ou 20,8; M. Henry, qui dit qu'il n'a pu se convaincre si la proportion de ce gaz est 20 ou 21; M. Thomson qui la réduit à 20.

En faisant abstraction des erreurs accidentelles qui sont inévitables avec l'appareil de Volta, la principale différence entre les résultats que j'ai cités paraît dépendre des différentes doses de gaz hydrogène qui ont été mêlées à l'air pour la détonation. MM. de Humboldt et Gay-Lussac ont fait cette opération en ajoutant à l'air son volume de gaz hydrogène; ce mélange leur a fourni, ainsi que je l'ai dit, 0,21 de gaz oxygène. D'autres auteurs mêlent à l'air la moitié de son volume de gaz hydrogène, mais ce mélange ne m'a indiqué que 20,6 de gaz oxygène dans les mêmes circonstances où j'en obtenais 21 par l'autre opération.

Je dois remarquer, à cette occasion, que le mélange de deux parties d'air avec une d'hydrogène a l'avantage d'étendre beaucoup l'usage de l'eudiomètre de Volta, pour l'analyse des airs corrompus qu'on examine fréquemment dans les expériences sur la respiration et sur la fermentation; car 100 d'air vicié, qui contiennent 88 d'azote et 12 d'oxygène, peuvent être analysés en une seule détonation, par le mélange avec 50

d'hydrogène; tandis que 100 d'air vicié, qui contiennent 84 d'azote et 16 d'oxygène, ne peuvent pas être enflammés par l'étincelle électrique lorsqu'on y ajoute leur volume ou 100 d'hydrogène. Il est superflu d'observer que la complication du procédé par lequel on analyse ces mélanges, en y ajoutant du gaz oxygène (qui a exigé lui-même une analyse particulière), donne un résultat qui manque de précision.

L'absorption de l'oxygène par le plomb a l'avantage de ne point introduire de gaz étranger à ceux qu'on examine, tandis que le résidu de la détonation est souillé par de l'hydrogène après la combustion totale de l'oxygène.

L'eudiomètre à phosphore a l'inconvénient de laisser dans l'analyse de l'air un résidu souillé par la vapeur du phosphore, par de l'hydrogène phosphoré, et par de l'hydrogène qui accompagne le gaz précédent. Ces gaz sont produits, non par le phosphore, mais par le contact prolongé de l'eau avec de l'oxide de phosphore. Quoiqu'on remédie en grande partie à ces sources d'erreur en lavant le gaz résidu avec une lessive de potasse, elles ne laissent pas de produire une incertitude qui fait varier la proportion du gaz oxygène de l'air, entre 0,21 et 0,20. Lorsque l'air contient une quantité notable d'hydrogène, le procédé par le phosphore, même à froid, ne peut être employé. L'analyse eudiométrique par le plomb est plus exacte que par les hydrosulfures, en raison de la grande quantité d'eau qui intervient dans leur emploi. L'eau, lorsqu'elle n'est pas saturée de gaz azote, en absorbe une certaine quantité; si elle en est saturée, elle en cède une partie au gaz résidu de l'opération. Le procédé du plomb l'emporte en-

core sur celui des hydrosulfures, quand il s'agit de déterminer la proportion du gaz oxygène dans son mélange avec les hydrogènes carburés; car ils sont absorbés plus ou moins par la liqueur hydrosulfurée, suivant sa température et son degré de concentration.

Les indications eudiométriques du plomb parviendront à une plus grande précision, lorsqu'au lieu de mesurer l'absorption de l'oxygène par son volume, on la déterminera par le poids qu'acquiert le métal en s'oxidant. On desséchera alors, dans le vide ou dans le vase même où l'oxidation s'est produite, le résidu dont la composition n'est pas encore exactement déterminée.

Le plomb en contact avec l'air et l'eau en absorbe l'acide carbonique. L'air libre que j'ai analysé contient une trop petite quantité de cet acide pour que son absorption ne puisse pas se confondre, dans une seule expérience, avec les erreurs d'observation. Il n'en est pas de même pour une moyenne entre plusieurs résultats; celle qui se déduit des analyses que j'ai faites pendant le jour, montre que 100 parties d'air en volume contiennent 21 parties et 0,05 d'oxygène et d'acide carbonique. Lorsqu'on en retranche la quantité moyenne de ce dernier, qui ne s'éloigne pas d'être égale à 4 pour 10.000 d'air, on trouve que 100 d'air en volume contiennent 2101 de gaz oxygène.

100 parties d'air de la cime du Buë, élevée de 3.077 mètres au-dessus de la mer, contiennent, après avoir été dépouillées d'acide carbonique par la potasse, 20,903 de gaz oxygène. 100 d'air d'un bal nombreux au théâtre de Genève, contenaient 20,81 de gaz oxygène, et 0,24 de gaz acide carbonique.

18. *Sur le NAPHTE*; par M. Hess. (An. de Pog., 1835, n° 11.)

Le naphte de Backore possède toutes les propriétés marquantes de l'eupione et n'en diffère que par l'odeur.

La partie la plus légère du pétrole (naphte) se compose de carbone et d'hydrogène dans les mêmes proportions que le gaz oléfiant.

19. *Sur le NAPHTE*; par M. Hess. (Inst., n° 174.)

Le naphte, de même que l'eupione, est un produit de la distillation sèche, et l'on peut extraire du goudron un naphte complètement identique avec celui du pétrole.

La substance décrite en premier lieu sous le nom d'eupione par M. de Reichenbach, était en grande partie du naphte qui avait échappé à ses recherches.

Le naphte et l'eupione, quoique tous deux produits par la distillation sèche, sont néanmoins différents.

La composition élémentaire du naphte n'est pas telle que l'avaient admise tous les chimistes, d'après M. Théodore de Saussure; c'est un hydrogène bicarboné liquide.

Le naphte se trouvant avec une quantité indéterminée d'un autre hydrogène bicarboné polymère, il devient impossible de lui trouver un point d'ébullition fixe. Ce dernier fait explique comment M. Dumas, qui avait tâché de prouver la

bonté de son analyse par la densité de la vapeur, a pu se tromper, malgré l'accord qu'il y a entre le résultat de sa pesée et la formule de M. de Saussure.

20. *Note sur l'huile distillée de caoutchou;* par M. W. Grégory. (Jour. de Phar., t 22, p. 382.)

L'huile de caoutchou, rectifiée à la chaleur de 25 à 30° n'a que 0,666 de densité. Elle a une odeur particulière, qui ressemble à celle de l'eupione, mais qui est plus éthérée et moins agréable. Son point d'ébullition varie de 35° à 65°, ce qui prouve que ce n'est pas une substance pure et non mélangée. Cependant on lui trouve exactement la même composition atomique qu'au gaz oléfiant.

Quand on ajoute peu à peu de l'acide sulfurique à cette huile mise au fond d'un long tube, en ayant soin de bien boucher et de refroidir le mélange après chaque addition, on obtient un liquide qui surnage une masse brune, et dont le volume peut égaler la moitié de celui de l'huile employée. Ce liquide, après avoir été lavé avec de l'eau alcaline, a une odeur aromatique et comme térébenthinée; il bout à 225°, et sa composition est encore la même que celle du gaz oléfiant.

21. *Sur la formation de l'ACIDE SULFURIQUE;* par M. Thomson de Glasgow. (Jour. de Phar., t. 22, p. 655.)

J'ai trouvé le composé cristallin qui se forme dans les chambres de plomb composé de :

Acide sulfureux.	6387	3 at.
Acide sulfurique.	5290	2
Acide nitrique.	3450	1
Eau.	0733	1
Sulfate de plomb	0140	

Néanmoins je dois dire que je n'ai pas dosé l'eau directement, et qu'ainsi il reste quelque incertitude dans les résultats. L'analyse immédiate n'en a pas donné non plus d'acide sulfureux; mais les propriétés du composé cristallin m'ont déterminé à admettre son existence. En effet, on conçoit alors comment 3 at. de cet acide, en réagissant sur 1 at. d'acide nitrique, donnent naissance à de l'acide sulfurique et à du deutoxide d'azote.

Chauffé avec de l'eau, le composé donne lieu à un dégagement abondant de gaz nitreux; il se fait un dépôt de sulfate de plomb, et le liquide n'est que de l'acide sulfurique pur.

Chauffé sans eau, il se décompose en laissant dégager du gaz nitreux et de l'acide nitrique fumant, et il reste un liquide qui, mélangé avec l'eau, produit une vive effervescence, en laissant dégager du gaz nitreux.

Trituré avec du carbonate d'ammoniaque, il s'y combine sans décomposition. Trituré avec du carbonate de potasse sans excès, il se forme du

sulfate de potasse, et l'acide nitrique se dégage presque en totalité.

On sait, au surplus, que maintenant c'est de l'acide nitrique que l'on introduit avec le gaz sulfureux dans les chambres de plomb, et on ne connaît aucune circonstance de la préparation qui puisse convertir cet acide en acide hyponitrique.

22. *Préparation de l'ACIDE SULFURIQUE ANHYDRE*; par M. Mosander. (Amer. Jour., 1835.)

Si l'on traite de l'oxide d'antimoine par de l'acide sulfurique un peu en excès, et qu'ensuite on expulse cet excès d'acide en chauffant à une chaleur ménagée, le sulfate $Sb + 3S$ reste à l'état cristallin et sec. Il suffit de chauffer ce sel à la chaleur sombre pour que la plus grande partie de l'acide se dégage à l'état anhydre, et, en opérant dans une cornue, il est facile de conduire cet acide dans un récipient refroidi.

23. *Nouveau composé d'ACIDE SULFURIQUE et d'ACIDE SULFUREUX ANHYDRES*; par M. H. Rose. (Ann. de Pog., t. 39, p. 173.)

L'acide sulfurique et l'acide sulfureux anhydres s'unissent facilement ensemble et se condensent à l'état liquide. Ce liquide répand des vapeurs très-épaisses dans l'air, et est rapidement décomposé par l'eau, avec dégagement de gaz acide sulfureux. Le gaz ammoniac le décompose en sulfate et sulfite d'ammoniaque anhydres. La

proportion des deux acides contenus dans ce liquide est telle que l'acide sulfurique renferme trois fois autant d'oxygène que l'acide sulfureux, comme dans les sulfates neutres.

24. *Nouvel appareil pour la préparation de l'ACIDE PHOSPHORIQUE*; par M. Bruner. (Jour. de Phar., t. 23, p. 376.)

Cet appareil consiste en un vase d'une grande capacité, rempli d'eau, qui porte à sa partie inférieure un robinet, et qui communique par sa partie supérieure, à l'aide d'un tube, avec un entonnoir renversé, posant, par sa large ouverture, sur une assiette. On introduit sous l'entonnoir un morceau de phosphore, que l'on place sur une petite capsule de porcelaine; on l'enflamme, et l'on ouvre le robinet du vase contenant de l'eau. Le liquide qui s'écoule détermine dans l'entonnoir un courant d'air qui sert à la combustion du phosphore.

Afin de ne pas être obligé de déranger continuellement l'appareil, et de régulariser la combustion, il convient de pratiquer une ouverture dans la partie inférieure, par laquelle on puisse introduire le phosphore, et qui serve en même temps de passage à l'air.

25. *Note sur la préparation de l'ACIDE HYPOCHLOREUX*; par MM. Brandes et Neddermann. (Jour. de Phar., t. 22, p. 144.)

Pour préparer l'acide hypochloreux par le pro-

céde de M. Balard, il faut employer au moins 430 p. en poids d'oxide rouge de mercure pour 100 p. de chlore, et sept à huit fois autant d'eau que de mercure, agiter fréquemment, et faire en sorte qu'il n'y ait aucune élévation de température. Avec les proportions indiquées il se forme de l'oxichlorure noir de mercure, mélangé d'un petit excès d'oxide, et la liqueur, qui tient en dissolution l'acide hypochloreux, ne renferme pas de chlorure, ainsi que cela aurait lieu si l'on employait une proportion moindre d'oxide. Si l'on opérât à chaud, il se produirait à la fois du chlorure et du chlorate de mercure.

En distillant la liqueur qui surnage l'oxichlorure jusqu'à réduction à moitié, on obtient une dissolution très-pure, mais étendue, d'acide hypochloreux.

Cette dissolution détruit immédiatement les couleurs; elle peroxide le fer métallique; elle dissout l'iode; elle transforme instantanément l'acide oxalique en acide carbonique, et elle peut servir à cause de cela de réactif propre à constater la présence de cet acide, ainsi que de ses combinaisons salines. Elle n'agit aucunement sur les acides citrique et tartrique.

26. *Nouvelle méthode pour préparer l'ACIDE IODIQUE*; par M. Tompson. (Phil. Mag., décembre 1836.)

On introduit dans un vase convenable 126 gr. d'iode (1 at.) avec 24 onces d'eau; on fait passer à travers le mélange un courant de chlore pur, jusqu'à ce qu'il soit devenu incolore, et on laisse la

dissolution en repos pendant une heure; après quoi on la fait chauffer à 100° pour expulser le chlore non combiné, et on y ajoute 295 grains ($2\frac{1}{2}$ at.) d'oxide d'argent récemment préparé; on fait bouillir le tout pendant 10 minutes, on filtre, et, en évaporant avec soin jusqu'à siccité, on a de l'acide iodique parfaitement pur.

Il n'existe pas d'acide chloriodique. Ce prétendu acide n'est qu'un chlorure d'iode, que l'eau décompose en acides iodique et hydrochlorique, avec dépôt d'une quantité variable d'iode.

27. *Sur la préparation et les propriétés de l'ACIDE HYPERIODIQUE*; par M. Bengiegsler de Pforzheim. (An. der. phar., t. 17, p. 254.)

Le procédé que j'ai suivi pour me procurer l'acide hyperiodique diffère de celui de MM. Ammermüller et Magnus. J'ai d'abord préparé de l'hyperiodate basique de soude d'après la méthode de ces chimistes, en ajoutant toutefois du carbonate de soude au lieu de soude caustique au chlorure d'iode, et j'ai porté la liqueur à l'ébullition, en y faisant passer en même temps du chlore gazeux, jusqu'à ce qu'il ne se précipitât plus de sel basique. J'ai trouvé que sept parties de carbonate de soude sec sur une partie d'iode sont précisément suffisantes. MM. Ammermüller et Magnus avaient, comme on le sait, mis à profit la propriété de l'hyperiodate neutre d'argent de se décomposer avec l'eau en sel basique et en acide hyperiodique libre, pour obtenir cet acide pur; mais comme la préparation du sel d'argent neutre est un peu longue, j'ai cherché un autre procédé: j'ai

fait d'abord dissoudre l'hyperiodate basique de soude dans l'acide acétique; mais, m'étant aperçu que cet acide ramenait l'hyperiodate à l'état d'iodate en donnant lieu à la production d'acide formique, j'ai opéré la solution du sel basique de soude dans de l'acide nitrique étendu, à une douce chaleur, en évitant toutefois un excès d'acide; et j'ai précipité cette solution par du nitrate de plomb. Il s'est déposé un précipité blanc abondant, qui est devenu jaunâtre par la dessiccation à l'air. La solution d'argent n'a plus alors démontré aucune trace d'acide hyperiodique dans la liqueur, séparée par le filtre du sel de plomb. Elle en contient cependant encore lorsqu'on a employé trop d'acide nitrique; on sature alors l'acide nitrique libre par du carbonate de plomb pur, et on obtient ainsi tout l'acide hyperiodique.

J'ai décomposé le sel de plomb à l'aide de la chaleur par de l'acide sulfurique étendu, en évitant d'en mettre un excès, parce qu'un excès rend très-difficile la cristallisation de l'acide hyperiodique, et l'empêche souvent tout à fait, tandis qu'il n'y a aucun inconvénient à laisser un peu du sel de plomb non décomposé, parce qu'on n'a pas à craindre d'avoir du plomb dans la solution de l'acide. Il m'a été impossible de filtrer au travers du papier la solution aqueuse de l'acide, pour la séparer du sulfate de plomb, parce que, même à la température ordinaire, une partie de l'acide peut être réduite en acide iodique; je me suis donc contenté de décanter la liqueur du précipité déposé. J'ai alors évaporé l'acide à une très-douce chaleur, jusqu'à ce qu'il fût complètement sec et cristallisé.

L'acide obtenu de cette manière est en cristaux

incolores, paraissant être des prismes rhomboïdaux obliques. Chauffé à l'état sec dans un bain d'acide sulfurique, il fond à 130° C. sans se décomposer; il reprend par le refroidissement sa cristallisation primitive: à 160° C. il perd son eau de cristallisation, et de 188° à 190° il se change en acide iodique avec un brusque dégagement d'oxygène. Si on le laisse exposé à l'air humide, il tombe très-prompement en deliquium, mais on peut le conserver longtemps solide en le laissant sous une cloche au-dessus de l'acide sulfurique. L'acide cristallisé est assez soluble dans l'alcool et l'éther; ses dissolutions étendues ne paraissent subir aucune altération par l'ébullition.

Si on chauffe la solution aqueuse de l'acide avec du phosphore, il se forme de l'oxide de phosphore et de l'acide phosphorique. L'acide cristallisé, chauffé avec le phosphore, donne également lieu à de l'oxide de phosphore avec une vive explosion. Dans les deux cas, l'acide est complètement privé de son oxygène, et l'iode est mis en liberté. La solution aqueuse de l'acide n'exerce pas, même à l'aide de l'ébullition, d'action oxidante sur le soufre.

Si l'on fait bouillir l'acide hyperiodique aqueux avec de l'acide formique, ce dernier se transforme en acide carbonique en mettant l'iode à nu; la réaction est très-énergique. Le même phénomène a lieu avec les acides tartrique et oxalique, seulement la décomposition est plus lente. La manière dont se comporte l'acide acétique a été examinée précédemment; il est d'ailleurs transformé aussi en acide carbonique par l'acide libre, avec mise en liberté de l'iode. L'action de l'acide iodique sur ces acides est analogue.

La majeure partie des métaux est oxidée par l'acide hyperiodique aqueux.

Il agit sur la limaille de zinc même à la température ordinaire : si on emploie un excès de zinc, l'acide est complètement réduit, l'iode est mis à nu, et le zinc se transforme en oxide. Il en est de même de la limaille de cuivre; mais il se forme ici de l'iodate de cuivre, qui se précipite en flocons blancs. Le fer métallique se change en oxide ferrosferrique. Le mercure se transforme en protoxide. Le plomb métallique et l'étain en feuilles ne sont que très-peu attaqués par cet acide.

Si l'on sature complètement l'acide par du carbonate de soude, de telle manière que la dissolution soit tout à fait neutre, la liqueur offre une réaction acide après la précipitation par le nitrate neutre de baryte; il se précipite donc un sel barytique basique. Les sels de plomb et de chaux se comportent tout à fait de même que le sel de baryte. L'hyperiodate de plomb est blanc, mais il devient jaune par la chaleur; il est également précipité en jaune de la solution chaude: ce changement de couleur est dû, comme MM. Ammermüller et Magnus l'ont bien démontré pour le sel d'argent, à une perte d'eau, puisqu'il suffit de la simple dessiccation à l'air pour le colorer peu à peu en jaune, sans qu'il ait subi la moindre décomposition. Des phénomènes semblables ont lieu avec les proto et deutosels de mercure; si à de l'hyperiodate neutre de soude on ajoute du protonitrate de mercure, il se dépose un précipité jaune, qui, à une douce chaleur, devient rouge-brun; avec le deutosel de mercure il se forme un précipité blanc, qui devient jaunâtre par la chaleur. L'hyperiodate neutre de soude donne avec

le nitrate de cuivre un précipité vert serin, dont la couleur devient plus foncée par la chaleur. Les proto et tritosels de fer donnent des précipités jaunes blanchâtres.

Tout ces précipités se dissolvent facilement dans l'acide nitrique étendu.

28. *De l'action de l'OXIDE DE CARBONE sur quelques oxides, sulfures et chlorures métalliques*; par M. Gobel. (J. d'Erdmann, 1835, p. 386.)

J'ai examiné comparativement l'action du gaz oxide de carbone sur quelques oxides, sulfures et chlorures métalliques. Pour cela j'ai placé la substance métallique dans un tube de verre échauffé par la flamme d'une lampe, et j'ai fait passer à travers ce tube un courant de gaz, préalablement desséché au moyen du chlorure de calcium, et dont je pouvais régler le volume à l'aide d'un robinet adapté au vase producteur.

L'oxide de cuivre est très-promptement réduit, même par le gaz humide, et reste incandescent dans toute sa masse jusqu'à ce que la réduction soit complète.

L'oxide rouge de fer est promptement ramené à l'état d'oxide noir, et celui-ci est ensuite réduit complètement à une chaleur plus élevée maintenue pendant longtemps. L'acide molybdique est transformé en oxide brun violet; l'acide tungstique est transformé en oxide bleu; l'oxide de nickel est entièrement réduit.

L'oxide de chrome et l'acide titanique n'éprou-

vent aucun changement. Le chromate de potasse est décomposé partiellement, et une partie de l'acide chromique est amenée à l'état d'oxide.

Le sulfure de chrome est décomposé et changé en oxide vert, et il se dégage du sulfure de carbone. Le sulfure d'antimoine est décomposé aussi, mais lentement et incomplètement.

Le chlorure d'argent et le chlorure de plomb sont promptement réduits, et il se dégage du gaz phosgène, bien caractérisé par son odeur et l'éclat de la flamme blanche qu'il produit en brûlant.

Un grand nombre d'oxides seraient probablement réduits si l'on opérât dans des tubes de porcelaine à une température plus élevée que celle que j'ai pu employer. Il y a lieu de penser aussi que l'on pourra se servir des chlorures et de l'oxide de carbone pour se procurer le gaz phosgène.

29. *Sur l'ACIDE CARBONIQUE SOLIDE*; par M. Thilorier. (Acad. des Sc., 3 oct.)

On peut, à l'aide d'un appareil fort simple, se procurer instantanément et avec économie jusqu'à 15 ou 20 grammes d'acide carbonique solide. A cet état l'acide carbonique a l'apparence d'une neige solide.

En introduisant la boule d'un thermomètre dans le centre d'une petite masse d'acide carbonique, au bout d'une à deux minutes l'index descend à -90° et devient fixe.

L'alcool anhydre ne se congèle pas à cette température, mais lorsqu'on le verse sur de l'acide carbonique solide, il se forme une combinaison également solide, qui ressemble à de la glace dure

et brillante, et qui commence à se fondre à la température fixe de -85° . L'éther forme avec l'acide carbonique un mélange de la consistance de la neige fondue, qui, ayant la faculté d'adhérer aux corps, détermine un grand abaissement de température en très peu de temps.

Si après avoir formé une petite capsule d'acide carbonique on y verse 10 à 12 grammes de mercure, on voit le métal se congeler en peu de secondes, et persister dans son nouvel état tant qu'il reste un atome d'acide carbonique solide; c'est-à-dire pendant 20 à 30 minutes, lorsque le poids de la coupelle est de 8 ou 10 grammes.

Une masse d'acide carbonique, sur laquelle on verse quelques gouttes d'éther ou d'alcool, devient capable de congeler très-promptement 15 ou 20 fois son poids de mercure.

30. *Séparation de l'ACIDE CARBONIQUE d'avec l'acide sulfureux et l'hydrogène sulfuré*; par M. Gay-Lussac. (An. de Ch., t. 63, p. 333.)

Dans beaucoup de circonstances on a besoin de connaître exactement les proportions d'un mélange d'acide carbonique avec l'acide sulfureux ou l'hydrogène sulfuré. Je sais que plusieurs moyens ont été proposés; je n'oserais même dire que celui dont je vais parler soit entièrement nouveau, et peut-être ne se recommandera-t-il aux chimistes que par la manière tout à fait simple dont je le mets en pratique.

Après avoir mesuré dans un tube gradué le mélange de l'acide carbonique avec l'acide sulfureux

ou l'hydrogène sulfuré, je prends une baguette de verre fermée par les deux bouts, semblable à celles dont on se sert dans les laboratoires comme agitateur, et un peu plus longue que le tube gradué, pour qu'on puisse la saisir et l'en retirer. On barbouille environ le tiers de la baguette d'un peu de colle de farine, on la roule dans de l'oxide de manganèse pulvérisé qui adhère à la partie recouverte de colle, puis on l'introduit dans le mélange gazeux, le bout couvert d'oxide de manganèse par en haut. A l'instant de l'introduction, on voit le volume gazeux diminuer rapidement, et en quelques minutes l'absorption de l'acide sulfureux ou de l'hydrogène sulfuré est complète. Si l'un ou l'autre de ces deux gaz dominait dans le mélange, ou si l'on opérât sur un volume trop considérable, il conviendrait de retirer la baguette, de l'essuyer, de la couvrir de nouveau d'oxide de manganèse, et de l'introduire une seconde fois dans le tube. Cette opération, qui n'est que rarement nécessaire, répugne d'autant moins que l'oxide ne se détache pas de la baguette de verre, et ne salit pas l'intérieur du tube. On peut substituer à la colle une bande de papier humecté que l'on roule autour de la baguette de verre, mais elle prend moins d'oxide de manganèse.

Le même procédé de séparation peut être appliqué au deutoxide d'azote.

31. *Notice sur l'ACIDE GALLIQUE*; par M. Robiquet. (Journ. de Phar., t. 22, p. 483.)

Lorsqu'on chauffe l'acide gallique à la tempé-

rature de 140°, dans de l'acide sulfurique concentré, il se change en acide *ellagique*, $C^7 H^4 O^6$, en prenant 1 at. d'eau de combinaison, et en ajoutant de l'eau à la liqueur, l'acide ellagique se précipite sous forme d'un dépôt en partie floconneux et en partie grenu, d'un rouge-brun, susceptible de s'appliquer sur les étoffes mordancées d'oxide de fer ou d'alumine.

Si l'on fait passer du gaz ammoniacque sec sans excès sur de l'acide gallique anhydre, il se forme un gallate acide soluble dans l'eau et permanent; mais si le gaz est employé jusqu'à saturation, le gallate se décompose rapidement sous l'influence de l'eau et de l'oxygène, et se transforme en d'autres produits.

L'acide gallique desséché et le chlorure de calcium anhydre peuvent se combiner ensemble; et ils ont dans cet état une telle affinité l'un pour l'autre, qu'ils se séparent au milieu d'un liquide qui contient encore assez d'eau pour retenir en solution tout le chlorure de calcium restant.

32. *Sur l'acide SULFOTARTRIQUE*; par M. Fremy. (Institut., n° 175.)

Quand on verse sur de l'acide tartrique pulvérisé de l'acide sulfurique concentré, la masse devient sirupeuse, et peut être chauffée légèrement sans se colorer. Il se forme une combinaison des deux acides, ou de l'acide sulfotartrique; acide qui produit avec les bases des sels en général solubles, et qui cristallisent facilement.

En décomposant le sulfotartrate de chaux par l'acide oxalique, on obtient l'acide sulfotartrique

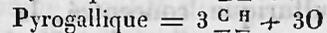
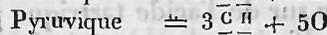
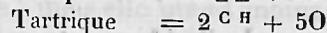
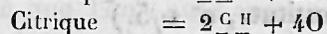
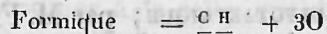
à l'état de pureté; cet acide paraît stable, et sa dissolution, évaporée avec les précautions convenables, le laisse déposer en cristaux brillants.

33. *Sur les produits obtenus de la distillation de l'ACIDE RACÉMIQUE*; par M. Berzélius. (Ann. de Pog., 1835, n° 9.)

La partie principale du produit de la distillation de l'acide racémique est un acide nouveau, que j'appelle *acide pyruvique*, et de l'acide acétique. L'acide pyruvique est très-acide, incristallisable, soluble dans l'eau, dans l'alcool et dans l'éther; et plus fort que l'acide acétique, qu'il déplace de ses combinaisons à l'aide de la chaleur. Il est composé de :

Carbone	0,4604	6 at.
Hydrogène	0,0376	6
Oxygène	0,5020	5

Nous connaissons maintenant cinq acides que l'on peut regarder comme des degrés différents d'oxidation du même radical, ce sont les acides



34. *Sur l'ACIDE XANTIQUE*; par M. Zeise. (Ann. de Ch., t. 62, p. 106.)

J'ai publié, dans les Annales de Poggendorf

(t. 35, p. 487), un mémoire sur un sujet que M. Couërbe a traité depuis, sans faire aucune mention de mon travail. (Voy. Ann. de ch., t. 61, p. 225.) J'ai trouvé que l'acide xantique, combiné avec les bases, est composé de

Soufre	0,5644	4 at.
Carbone	0,3217	6
Hydrogène	0,0438	10
Oxygène	0,0701	1

Et les sels contiennent les proportions suivantes de base : le sel de potasse 0,2924; le sel de soude 0,2154; le sel de baryte 0,4040; le sel de plomb, 0,4954; et le sel de protoxide de cuivre, 0,3800.

L'acide xantique libre se décomposant aisément en sulfure de carbone, il me paraît évident que sa constitution est représentée par $(\text{C}^4 \text{H}^{\circ} \text{O} + 2 \text{C S}^2) + \text{H}^{\circ} \text{O}$, l'eau remplaçant la base qui se trouve dans les sels.

Le xantate de potasse, et quelques autres sels analogues, se décomposent par l'ébullition dans l'eau en sulfure de carbone, hydrogène sulfuré et alcool, qui se dégagent, et en sulfure et carbosulfure de potassium qui restent dans la dissolution.

Dans la réaction du sulfure de carbone, de l'alcool et d'un alcali, il ne se forme pas de sulfure de potassium et de l'hyposulfate de potasse, outre le xantate, comme le prétend M. Couërbe, à moins que l'on ne chauffe, que l'on n'emploie un excès d'alcali, ou que l'on ne garde le xantate trop longtemps.

Le xantate de plomb renferme 0,2205 d'hydrogène, et non pas 0,2056, selon ce qu'a

trouvé M. Couërbe; la formule du sel est: $(C^4 H^6 O + C^2 S^4 + P b O)$, et non pas $(C^4 H^6 + C^2 S^4 + P b O)$. Ce qui montre que le sel renferme 1 at. d'eau, que n'a pas trouvé M. Couërbe.

Par la distillation sèche, les xantates donnent un corps huileux, qui se compose de mercaptan, d'éther thialique, et vraisemblablement d'huile thialique.

35. *Procédé pour apprécier des quantités très-minimes d'ACIDE HYDROCYANIQUE libre ou combiné*; par M. O. Henry. (Jour. de Phar., t. 23, p. 27.)

Lorsqu'un liquide ou un produit quelconque est supposé renfermer de l'acide *hydrocyanique*, soit à l'état de liberté, soit à l'état de combinaison avec une base, il faut ou le précipiter de suite par une solution étendue de nitrate d'argent, ou bien, si ce liquide est coloré et mêlé de sels étrangers, le distiller dans un vase de verre bien propre, en ajoutant de l'eau seulement dans le premier cas, et de l'eau acidulée par l'acide muriatique dans le deuxième cas, le composé étant d'avance un peu concentré; on reçoit alors le produit volatil dans une solution de nitrate d'argent très-étendue, et il se forme bientôt un *précipité blanc cailleboté* qui gagne le fond du vase. Quand le dégagement ne fournit plus aucun louche blanc dans le sel d'argent, on arrête l'opération, et l'on sépare le précipité; on le lave convenablement à l'eau distillée, puis on le recueille avec soin pour le faire chauffer légèrement avec la moitié environ

de son poids de sel marin (1); on laisse refroidir, puis on filtre. Quelquefois la liqueur est un peu louche par la présence d'une petite quantité de cyanure alcalin qui dissout du chlorure d'argent; on ajoute alors dans le produit filtré une petite quantité d'*oxide de fer hydraté* (précipité fait par la potasse dans un soluté de protosulfate de fer) verdâtre, mélange de protoxide et de peroxide; on filtre de nouveau après avoir chauffé légèrement, et pour peu que la liqueur renferme des traces de *ferrocyanate de soude* (sel qui s'est produit dans les réactions précédentes) provenant de l'acide hydrocyanique primitif, on obtient une *coloration bleue* par l'addition de quelques gouttes de muriate ou de sulfate de fer peroxidés; après quelques heures cette coloration disparaît et fait place à un léger dépôt de *bleu de Prusse*. (Lorsque le produit est riche en ferrocyanate, le dépôt bleu a lieu de suite abondamment.)

Le deuto-sulfate de cuivre (sulfate cuivrique), ajouté aussi à part dans une partie de la liqueur ci-dessus, y forme un précipité *brun-marron* ou une *teinte rougeâtre* seulement, qui peu à peu est remplacée par un léger précipité.

J'ai réussi aussi, comme preuve accessoire, à transformer le *cyanure d'argent* en un *sulfocyanure*, et voici le mode que j'ai suivi: le cyanure sec fut mêlé avec $\frac{1}{2}$ de son poids de soufre lavé, puis chauffé dans un petit tube de verre jusqu'à fusion (ce qui est assez prompt). Le résidu trituré a été traité par le sel marin dissous dans l'eau, puis la liqueur filtrée, donna:

(1) On pourrait remplacer ce sel, soit par du muriate de potasse, soit par du muriate de chaux ou de manganèse.

1° par le *muriate de fer peroxyde* une couleur *rouge cramoisi* plus ou moins intense.

2° par le *deuto-sulfate de cuivre* un *dépôt blanchâtre* lorsqu'on y ajoutait un peu de proto-sulfate de fer.

36. *Sur les produits de la décomposition de l'éther par le brome*; par M. Lœwig. (An. de Ch., t. 61, p. 279.)

Si l'on mêt du brome dans de l'éther par additions successives, et tant que celui-ci peut en dissoudre, qu'on laisse reposer cette dissolution pendant dix à douze jours, on remarque que l'éther est entièrement décomposé. Il s'est formé pendant cet intervalle, 1° de l'acide formique, 2° de l'acide hydrobromique, 3° de l'éther hydrobromique, 4° de l'éther bromique pesant, 5° du bromal.

Pour séparer ces substances les unes des autres on soumet à la distillation le liquide décomposé. Les quatre premières passent dans le récipient; et si l'on ne pousse pas trop loin l'opération, le bromal reste dans la cornue, mêlé avec un peu d'éther bromique pesant et d'éther hydrobromique. En traitant ce résidu par l'eau, et le laissant reposer dans une capsule plate pendant 12 à 24 heures, on obtient les plus beaux cristaux dihydrate de bromal.

La composition du bromal est $C^4H^2O^3B^2$; son hydrate renferme 4 at. d'eau. Par l'ébullition, 2 at. se décomposent en 2 at. d'acide formique, 6 at. d'eau et 2 at. de bromoforme, dont la composition est $C^3H^2B^3$.

L'éther bromique pesant est un liquide incolore, plus pesant que l'acide sulfurique, très-volatile, d'une saveur sucrée pénétrante, et d'une odeur très-agréable. Il est composé de $C^8H^8O^6B^6$.

37. *Sur l'AMIDON de pomme-de-terre*; par M. Guérin Vary. (Acad. des sc., 1^{er} février 1836.)

L'eau agit sur l'amidon à 100° comme à 0°. L'amidon de pomme-de-terre, débarrassé de la chlorophile et de la matière cireuse qu'il contient, au moyen de l'alcool et de l'eau, est composé de :

Amidin tégumentaire.	0,0212
Amidin soluble.	0,3803
Amidine.	0,5985
	<hr/>
	1,0000

La composition élémentaire de l'amidin tégumentaire, ainsi que de l'amidin soluble, est représentée par la formule $C^7H^8O^4$, celle de l'amidine par la formule $C^7H^8O^6$, et celle de l'amidon par la formule $C^7H^{10}O^8$. En sorte que l'amidon équivaut à du carbone plus de l'eau, l'amidine à du carbone plus de l'eau et de l'oxygène, et l'amidin à du carbone plus de l'eau et de l'hydrogène. L'amidin tégumentaire ne bleuit par l'iode.

La diastase transforme l'amidin tégumentaire et l'amidin soluble hydraté en matière sucrée, et en une substance insoluble dans l'eau ne bleuisant plus par l'iode. Quand ces amidins ont été desséchés, soit dans le vide sous le récipient de la

machine pneumatique, soit dans une étuve, la diastase n'a pas d'action sensible sur eux, et ils ne sont même que peu altérés par l'acide sulfurique.

On obtient l'amidine en faisant évaporer à siccité dans le vide la dissolution aqueuse de l'amidon, et reprenant par l'eau, qui ne dissout que l'amidine.

38. *Action de l'acide sulfurique sur les HUILES;*
par M. Frémy. (Acad. des sc., 9 mai 1836.)

L'acide sulfurique exerce sur les huiles une sorte de saponification, il y a toujours formation de glycérine qui se combine avec l'acide sulfurique, et production d'acides gras, qui contractent une combinaison semblable.

Quand on traite l'huile d'olive par la moitié de son poids d'acide sulfurique concentré, en ayant le soin d'entourer le vase dans lequel on opère d'un mélange réfrigérant, la masse devient visqueuse, et en la mêlant par une quantité d'eau qui ne dépasse pas six fois le poids de l'huile employée, le mélange se sépare en deux couches; l'une est comme sirupeuse, et occupe la partie supérieure; l'autre est au fond, et se compose surtout d'eau, d'acide sulfurique et d'acide sulfoglycérique; la matière sirupeuse est formée de trois acides que j'ai nommés *sulfostéarique*, *sulfomargarique* et *sulfo-oléique*.

Quand on abandonne pendant quelques jours la solution de ces trois acides à elle-même, elle ne

tarde pas à se décomposer; il se régénère de l'acide sulfurique, et les trois acides gras se séparent.

Au moyen de l'alcool on peut obtenir deux acides gras solides que j'appelle *hydrostéarique* et *métamargarique*, et un troisième qui est liquide, et que je nomme *hydroléique*.

L'acide *sulfostéarique* est blanc, cristallisé en mamelons, insoluble dans l'eau, très-soluble dans l'alcool et dans l'éther. Il fond à 54°; sa composition est représentée par la formule $C^{35}H^{22}O^5$; il perd $\frac{1}{2}$ at. d'eau en se combinant avec les bases, il se volatilise sans s'altérer.

L'acide *métamargarique* cristallise dans l'alcool et dans l'éther en mamelons volumineux, et fond à 49°, il a la même composition que l'acide margarique, et il perd $\frac{1}{2}$ at. d'eau en se combinant avec les bases.

L'acide *hydroléique* est liquide à 0°, visqueux à 10°. Soumis à la distillation, il se décompose et produit de l'acide carbonique, de l'eau et deux corps huileux, que je nomme *oléène* et *élaène*. Sa composition est $C^{35}H^{66}O^3$; il perd $\frac{1}{2}$ at. d'eau en se combinant avec les bases.

L'*oléène* est très-fluide, incolore, d'une odeur pénétrante; il brûle avec une flamme éclatante. Sa composition est la même que celle du gaz oléfiant. Il se combine avec le chlore, et forme un liquide analogue à la liqueur des Hollandais.

L'*élaène* a aussi la même composition que le gaz oléfiant. Elle est moins fluide que l'oléène; elle ne bout qu'à 108°, elle se combine avec le chlore.

L'acide hydroléique, traité par l'acide sulfurique concentré, se combine avec lui. L'acide *sulfo-oléique* qui en résulte a une saveur acide, mais

très-amère. Il est soluble dans l'eau et l'alcool, mais insoluble dans l'acide sulfurique; l'eau le décompose, surtout à chaud, et en sépare de l'acide hydrooléique.

39. *Recherches sur la nature de l'ÉTHAL*; par MM. Dumas et Péligot. (An. de Ch., t. 62, p. 5.)

L'éthal peut être représenté par de l'hydrogène bicarboné et de l'eau, ainsi que l'avait trouvé M. Chevreul. Pour qu'il soit comparable à l'alcool, il faut représenter sa composition par la formule $C^{64}H^{68}O^2 = C^{64}H^{64} + H^2O$.

En distillant l'éthal avec de l'acide phosphorique, on obtient un corps particulier, dont la composition est la même que celle du gaz oléfiant, et qui doit être $C^{64}H^{64}$. Nous le désignons sous le nom de *cétène*.

Le *cétène* est liquide, huileux, incolore, et tache le papier: il bout à 275° , et se distille sans altération. Il n'a pas de saveur propre; il est soluble dans l'eau, et très-soluble dans l'alcool et l'éther. Il brûle à la manière des huiles grasses, avec une flamme très-pure. Mis en contact avec l'acide sulfurique ordinaire, il n'agit pas sur lui; mais en chauffant au bain-marie, et en agitant très-fréquemment la masse, les deux corps se combinent, et il se forme de l'acide sulfocétique. Cet acide, combiné avec la potasse, produit un sel dont la formule est $SO^3KO + SO^3C^{66}H^{64} + H^2O$.

D'après la composition que M. Chevreul a trouvée au blanc de baleine, il nous paraît que l'on doit regarder cette substance comme un éther

formé de 2 at. d'acide margarique, 1 at. d'acide oléique, 3 at. de *cétène* et 3 at. d'eau. Par la saponification il fournit de l'éthal, des acides margarique et oléique hydratés, sans autres produits.

40. *Sur la nature de l'INDIGO et sur la véritable composition de quelques produits auxquels il donne naissance*; par M. Dumas. (Ann. de Ch., t. 63, p. 265.)

L'indigo est composé, ainsi que je l'avais établi autrefois, de

Carbone.	0,730
Hydrogène.	0,040
Azote.	0,108
Oxigène.	0,122
	1,000

On sait que l'indigo se dissout dans l'acide sulfurique et que la dissolution obtenue forme, avec les bases minérales, des sels bleus; quoique M. Berzélius ait considéré ces sels comme des laques, et que M. Mitscherlich y ait regardé l'indigo comme jouant le rôle d'eau de cristallisation, il était permis de s'en former une autre idée. Effectivement, plus de trente analyses que j'ai faites me donnent le droit de dire que l'indigo se comporte comme l'alcool, en ce sens qu'un atome d'indigo se combine avec deux atomes d'acide sulfurique, et produit ainsi l'acide bleu connu sous le nom de bleu de Saxe, et que j'appelle acide *sulfindylique*.

L'acide *sulfindylique* forme avec la potassé

un sel soluble dans l'eau, cristallisable en paillettes fines et soyeuses, d'un bleu très-foncé. Il produit avec la baryte un sel peu soluble à froid, plus soluble à chaud, et qui se sépare de ses dissolutions chaudes en gros flocons pendant le refroidissement. De l'analyse de ces deux sels, il résulte incontestablement que l'indigo doit être représenté par la formule $C^{23}H^{10}Az^7O^2$. L'acide sulfindylique renferme 2 at. d'indigo, 1 at. de base minérale, et 2 at. d'acide sulfurique; il reste encore incertain de savoir, à cause de la difficulté de dessécher les sels, si l'indigo entre en nature dans ces combinaisons, ou bien s'il perd 1 at. d'eau, comme l'alcool en pareille circonstance.

Lorsque l'on traite l'indigo par l'acide sulfurique, il se produit souvent une matière pourpre fort difficile à séparer de la matière bleue. Ce produit pourpre est aussi une combinaison d'indigo avec l'acide sulfurique; mais l'indigo y entre modifié de telle manière, que 2 at. n'en font qu'un. Ainsi l'acide, que j'appelle *sulfopurpurique*, a pour formule $C^{64}H^{20}Az^4O^4 + 2SO^3$. Il forme avec la potasse un sel pourpre soluble.

L'analyse directe de l'indigo blanc m'a fait voir que ce corps est formé de $C^{23}H^{10}Az^7O^2$; c'est donc de l'hydrure d'indigo, ou de l'indigo hydrogéné.

L'acide *indigotique* de M. Chevreul, que je préfère désigner par le nom d'acide *anilique*, est composé, suivant mon analyse, de $C^{23}H^{10}Az^7O^2$. C'est un acide anhydre qui se combine avec 1 at. d'oxide d'argent, et qui, en s'unissant à l'ammoniaque, produit un sel soluble cristallisable, et renfermant $C^{23}H^{10}Az^7O^2$, Az^2H^6 , H^2O . Ainsi, en pas-

sant à l'état d'acide anilique, l'indigo perd 4 at. de carbone et 2 at. d'hydrogène.

L'amer de Welter, ou l'acide *picrique*, renferme, selon mes expériences, $C^{24}H^4Az^6O^3$. Il se combine avec 1 at. d'oxide d'argent, et avec 2 at. d'ammoniaque et 1 at. d'eau. Ainsi l'acide anilique, en passant à l'état d'acide picrique, perd encore 4 at. de carbone et 4 at. d'hydrogène. Je demeure convaincu qu'il entre dans la composition de l'acide picrique un oxide d'azote; mais je me propose de faire encore de nouvelles expériences à ce sujet.

41. *Sur la présence de l'eau dans les sulfates comme principe constituant*; par M. Graham (Transactions d'Edimbourg, t. 13.)

On sait que l'eau peut faire tantôt fonction de base et tantôt fonction d'acide, et qu'en outre elle se trouve dans un grand nombre de composés à un état particulier dit d'eau de cristallisation. L'eau basique peut remplacer d'autres bases atome pour atome, et à raison de cela il y a des sels que l'on qualifie de sels acides, et qui ne sont réellement que des sels doubles neutres, dont un des éléments est un sel d'eau.

Plus tard j'ai trouvé que l'eau pouvait dans certains cas être remplacée par un sel, et l'objet de cet article est de faire ressortir cette nouvelle fonction de l'eau dans les sulfates. Le résultat de mes recherches a été, que dans les sulfates de magnésie, de fer, de zinc, de manganèse, de cuivre, de nickel et de cobalt, qui tous cristallisent avec 5 ou 7 at. d'eau, il y a un atome de ce li-

quide qui est combiné au sel avec plus d'énergie que les quatre ou six autres, lesquels peuvent généralement être éliminés par la chaleur au-dessous du point d'ébullition de l'eau, tandis que le dernier atome demande toujours une chaleur de plus de 204° C. pour son expulsion, de sorte qu'il paraît être comme essentiel à la nature du sel.

Ces différents sulfates, lorsqu'ils se combinent avec le sulfate de potasse pour former des sels doubles, prennent tous 1 at. de sel et perdent 1 at. d'eau.

Dans les bisulfates, ce n'est pas de l'acide sulfurique qui se trouve combiné avec le sel neutre, mais l'acide hydréux $\text{H} \ddot{\text{S}} \text{H}$. L'acide sulfurique à 1,78 de densité, et qui cristallise à 4°,44 C., peut être représenté par $\text{H} \ddot{\text{S}} \text{H}$, et pour former du bisulfate de potasse il perd 1 at. d'eau, et prend 1 atome de sel neutre. Il suit de là que cet acide doit être considéré comme un sulfate d'eau, contenant 1 at. d'eau, équivalent à un sel. L'acide $\text{H} \ddot{\text{S}} \text{H}$ ne se décompose pas à une température de 193° ou 200°; mais au-dessus de ce degré de chaleur, une partie se distille, tandis que le résidu perd l'atome d'eau qui fait fonction de sel; mais quant à l'atome basique, il ne peut être séparé de l'acide que par une base. En se dissolvant dans l'eau, l'acide $\text{H} \ddot{\text{S}}$ reprend son second atome de liquide.

Les bisulfates de potasse et de soude cristallisés par voie humide ne contiennent point d'eau de cristallisation; ils peuvent être chauffés à 148°,8 C. sans perdre leur transparence; ils se fondent au-dessus de 315° C. sans diminuer de poids; à la cha-

leur rouge ils abandonnent du sulfate d'eau $\text{H} \ddot{\text{S}}$. Il faut les faire cristalliser dans leurs dissolutions concentrées à une haute température; car à froid l'eau les décompose facilement en sel neutre et en acide. Les sulfates de zinc, de magnésie, etc., séparent le sulfate d'eau de ces sels, et le remplacent à la chaleur rouge, et même par voie humide.

Le sulfate de potasse neutre ne contient pas du tout d'eau. Le sulfate de soude en renferme 10 at., qui s'en séparent en totalité à la température de 8° C.

Le sulfate de zinc simple a pour formule $\text{Zn} \ddot{\text{S}} \text{H} + \text{H}^6$; le sulfate potassique $\text{Zn} \ddot{\text{S}} (\text{K} \ddot{\text{S}}) + \text{H}^6$, et le sel sodique $\text{Zn} \ddot{\text{S}} (\text{Na} \ddot{\text{S}}) + \text{H}^4$.

Le sulfate de cuivre $\text{Cu} \ddot{\text{S}} \text{H} + \text{H}^4$, devient vert à 10° C. en perdant son eau de cristallisation: au dessus de 221° il abandonne son cinquième atome et devient blanc. Le sel potassique a pour formule $\text{Cu} \ddot{\text{S}} (\text{K} \ddot{\text{S}}) + \text{H} \ddot{\text{S}}$.

Le sulfate de manganèse cristallisé $\text{Mn} \ddot{\text{S}} \text{H} + \text{H}^4$, perd 4 at. d'eau dans une dissolution bouillante, et à la chaleur de 210° C. Il ne se combine pas avec le sulfate de potasse par dissolution des deux sels.

Le sulfate de fer $\text{Fe} \ddot{\text{S}} \text{H} + \text{H}^6$, perd 6 at. d'eau à 114° C., et le septième atome à 279°, sans qu'il abandonne d'acide. Le sel potassique $\text{Fe} \ddot{\text{S}} (\text{K} \ddot{\text{S}}) + \text{H}^6$ devient anhydre à la chaleur du bain de sable.

Le sulfate de magnésie $\text{Mg} \ddot{\text{S}} \text{H} + \text{H}^6$, conserve 2 at. d'eau dans le vide sec, et il en retient encore 1 at. à 238° C.

Le gypse $\text{Ca S H} + \text{H}$ ne perd rien ou peu de chose à 100°C ., mais il s'en dégage de l'eau à une chaleur très-peu élevée. Il faut une température de 132° au moins pour l'amener à l'état anhydre. L'existence de la glauberite indique que le sulfate de chaux hydraté doit contenir 1 at. d'eau essentielle.

En calcinant le plâtre de Paris pour son application dans les arts, on lui laisse $\frac{1}{3}$ ou $\frac{1}{4}$ de son eau, ce qui le fait prendre plus fortement. Si on le chauffe au-dessus de 132° , il prend la qualité de l'anhydrite naturelle, et ne peut plus absorber d'eau. Mais j'ai trouvé que, si l'on dépasse peu ce degré de chaleur, il conserve la propriété de reprendre son eau, quoiqu'il ait été amené à l'état complètement anhydre.

42. *Action de l'acide sulfurique anhydre sur certains CHLORURES*; par M. H. Rose. (Ann. de Ch., t. 63, p. 80.)

On sait, par les recherches de M. L. Gmelin, que quand on fait arriver de l'acide sulfurique anhydre en vapeur sur du sel marin fortement échauffé, il se forme du sulfate de soude avec dégagement de chlore et d'acide sulfureux.

Mais le résultat est tout différent lorsque l'on fait arriver de la vapeur d'acide sulfurique anhydre sur du sel réduit en poudre fine, en ayant soin de maintenir la température très-basse au moyen d'un mélange réfrigérant; alors la vapeur est avidement absorbée, et il se forme un composé solide et transparent, sans qu'il se dé-

gage aucun gaz. Le chlorure de potassium et l'hydrochlorate d'ammoniaque jouissent de la même propriété.

L'eau et même l'humidité atmosphérique détruisent rapidement ces composés, en en dégageant de l'acide hydrochlorique.

Les chlorures de barium, de cuivre, et divers autres chlorures, sont privés de la capacité d'absorber les vapeurs d'acide sulfurique anhydre.

Mais quelques sels anhydres, tels que le nitrate et le sulfate de potasse, peuvent s'y combiner.

43. *Mémoire sur les composés décolorants du CHLORE*; par M. Martens, professeur de chimie à l'université de Louvain. (Ann. de Chim., t. 61, p. 293.)

Au mois de janvier 1834, j'ai adressé à l'académie royale des sciences et belles lettres de Bruxelles un mémoire sur les chlorures d'oxides solubles, dans lequel, après avoir discuté la valeur relative des divers procédés recommandés pour la préparation du chlorate de potasse, j'avais cherché à prouver que les chlorures d'oxides décolorants devaient être considérés comme de simples composés d'oxibases et de chlore, et non pas comme des mélanges de chlorures et d'hypochlorites, ainsi que M. Berzélius l'avait supposé. Quelque temps après, les travaux de M. Balard de Montpellier donnèrent une grande importance à cette dernière hypothèse, et semblèrent détruire tous les arguments qu'on lui avait opposés; mais, en répétant les expé-

riences de M. Balard, j'ai reconnu que ce chimiste avait tiré de ses observations des conséquences inexactes, et que l'ancienne théorie devait encore être préférée à la nouvelle.

Afin de mettre la question dans tout son jour, j'ai présenté d'abord un aperçu général sur les composés oxygénés du chlore; puis j'ai étudié les propriétés spéciales des chlorites; et enfin j'ai examiné les hypochlorites dans leurs rapports avec les chlorures d'oxides.

Établissant d'abord un parallèle entre les acides du chlore et ceux du soufre, j'ai fait remarquer que l'analogie de composition des trois premiers acides de chaque radical ne se soutient pas pour le quatrième, dont les formules sont pour l'acide perchlorique Ch^7O^7 , et pour l'acide sulfurique SO^3 . Tous les phénomènes dans lesquels l'acide perchloré intervient ou se produit, s'expliquent mieux en lui donnant pour formule Ch^7O^6 . Il serait donc intéressant de reprendre son analyse.

Les chlorites sont peu stables, mais beaucoup plus cependant que les hypochlorites de M. Balard; ils ne se décomposent point par une faible élévation de température, ils précipitent le nitrate d'argent, et ont pour caractère distinctif de donner lieu, par l'addition d'un acide minéral ou d'un acide organique assez fort, à une vive effervescence de gaz acide chloreux. Ceux de potasse, de soude, de baryte, de chaux, sont tous solubles dans l'eau; on les obtient facilement en faisant passer lentement du gaz acide chloreux dégagé par le procédé de Stadion, à travers des dissolutions des trois premières bases, ou à travers un lait de chaux. En continuant le courant de gaz jusqu'à ce que les li-

queurs refusent d'en absorber, on obtient des solutions parfaitement neutres au papier de tournesol, fortement décolorantes, et qui laissent dégager une grande quantité de gaz acide chloreux lorsqu'on y ajoute un acide, même très-faible. Lorsqu'on fait passer de l'acide chloreux à travers une solution de potasse concentrée, il se forme bientôt une grande quantité de chlorate de potasse qui se précipite, et il reste en dissolution du chlorure de potassium; mais la formation de ces sels n'a lieu que lorsque la solution contient déjà une certaine quantité de chlorite, et elle est subordonnée à l'insolubilité du chlorate de potasse dans la quantité de liquide sur laquelle on opère; aussi cesse-t-on de l'obtenir lorsqu'on agit sur un lait de chaux ou sur une solution d'une partie de potasse dans trente parties d'eau. On conçoit, d'après cela, que le chlorate de soude étant beaucoup plus soluble que celui de potasse, il est facile d'obtenir des solutions de chlorite de soude infiniment plus fortes que celles de chlorite de potasse.

Suivant la quantité d'acide chloreux que l'on fait arriver dans une solution alcaline, on peut obtenir des chlorites basiques ou des chlorites neutres. Les premiers ne décolorent pas sans l'intervention des acides, mais ils dégagent beaucoup d'acide chloreux sous leur influence. On peut, sans qu'ils subissent de décomposition, les concentrer à une douce chaleur, ou mieux dans le vide, et les obtenir ainsi à l'état solide. Le chlorite de potasse basique se présente en petits cristaux lamellaires, très-minces, que l'on pourrait prendre pour du chlorate de potasse, mais qui s'en distinguent par la vive effervescence d'oxide de

chlore qu'ils produisent au contact de l'acide sulfurique, étendu de dix fois son poids d'eau, et tel, qu'il n'exerce aucune action sur le chlorate de potasse. Le chlorite neutre de potasse peut encore absorber une certaine quantité d'acide chloreux, qui lui donne une couleur jaune fauve très-foncée; mais cet excès d'acide s'en dégage facilement à l'air ou sous l'influence d'une légère élévation de température. Le chlorite neutre ne peut être obtenu en solution concentrée sans se décomposer; aussi, lorsqu'il est abandonné à l'évaporation spontanée, il se transforme en chlorate et en chlorure, dans le rapport de six parties en poids de chlorate de potasse contre une de chlorure de potassium.

D'où il suit que la composition du chlorite neutre de potasse doit être représentée par $\text{Ch}^2 \text{O}^4, \text{KO}$.

D'où $6 \text{Ch}^2 \text{O}^4 \text{KO} = 5 \text{Ch}^2 \text{O}^5 \text{KO} + \text{Ch}^2 \text{K}$.

Les chlorites neutres de potasse, de soude, de chaux et de baryte se comportent tous de la même manière.

On concevra facilement que les chlorites basiques soient plus stables que les chlorites neutres, puisque, d'après leur composition, ils ne sont pas susceptibles de se transformer en chlorates et en chlorures.

C'est sans doute par une raison analogue que l'on peut évaporer, même à 50° , du chlorure de potasse avec excès d'alcali, et obtenir un composé sec, amorphe, fortement décolorant, et qui laisse dégager beaucoup de chlore au contact des acides les plus faibles.

Les chlorites neutres dissous se décomposent

quand on les traite par un courant d'acide carbonique, la solution se colore pendant la réaction, par l'acide chloreux mis à nu; mais, quelle que soit la quantité d'acide carbonique employée, la décomposition n'est jamais complète, et il est vraisemblable que cet acide ne fait que réduire les chlorites basiques à l'état de chlorites neutres.

Les chlorites neutres exercent une action décolorante très-énergique, et possèdent un pouvoir oxidant très-marqué.

Un mélange de chlorite et de chlorure métallique dissout ne laisse dégager que de l'acide chloreux sous l'influence des acides, tandis que les chlorures d'oxides ne dégagent que du chlore dans les mêmes circonstances, ce qui prouve que ces derniers ne sont pas un mélange de chlorite et de chlorure.

Les hypochlorites ont beaucoup d'analogie avec les chlorites, et possèdent comme eux un grand pouvoir oxidant et décolorant, mais au contact des acides ils s'en distinguent facilement. Ils ne dégagent en effet que de l'acide hypochloreux pur ou mêlé de chlore, à moins qu'ils ne soient mêlés de chlorures métalliques, et dans ce cas il ne se produit que du chlore, ce qui résulte sans doute de l'action réciproque des acides chlorhydrique et hypochloreux mis en liberté dans cette circonstance.

Au contraire, un mélange de chlorure et de chlorate, décomposé par un acide, fournit à volumes égaux du gaz chloreux et du chlore. Cette réaction facilite singulièrement la décomposition des chlorates et des chlorures par les acides; en effet, l'expérience prouve que l'acide sulfurique étendu de son volume d'eau, qui, à la tempéra-

ture ordinaire, n'a point d'action bien sensible sur le chlorate de potasse ni sur le chlorure de potassium, les décompose néanmoins quand ils sont réunis, en produisant un dégagement rapide de gaz chloreux mêlé de son volume de chlore.

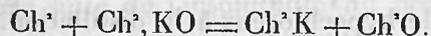
La propriété des hypochlorites mêlés de chlorures métalliques, de dégager du chlore par l'addition d'un acide faible, n'a pas peu contribué à faire croire que les chlorures d'oxides n'étaient qu'un mélange de ces deux sels; cependant il ne serait pas plus juste d'adopter cette opinion d'après cette simple circonstance, qu'il ne le serait de confondre une solution incolore d'iodate et d'iodure de potassium avec un iodure d'oxide, par cela seul que l'un et l'autre précipitent de l'iode par un acide faible.

Les hypochlorites mélangés de chlorures métalliques se décomposent toujours et abandonnent de l'oxygène, pour peu qu'on élève la température, tandis que ce dégagement ne se manifeste jamais quand on fait bouillir du chlorure de potasse, qui résiste à 80° de chaleur, pourvu qu'il ne contienne pas un excès de chlore. D'ailleurs, les hypochlorites se décomposent spontanément en été, au bout de peu de jours; les chlorures de potasse et de soude se conservent au contraire fort longtemps à l'abri du contact de l'air et de la lumière.

Les chlorures de potasse et de soude avec excès de chlore, soumis à la distillation, se décomposent à la température de l'ébullition, sans dégager ni chlore ni oxygène, mais seulement de l'acide hypochloreux, doué de toutes les propriétés qui lui ont été reconnues par M. Balard; il reste

dans la cornue du chlorure métallique neutre et une très-faible quantité de chlorate, dont la formation paraît être accidentelle.

Quand on distille des chlorures de potasse, de soude ou de chaux neutres, il ne passe à la distillation que de l'eau contenant à peine quelques traces d'acide hypochloreux et de chlore. La présence du chlore libre permet d'expliquer avec facilité la production de l'acide hypochloreux; dans le premier cas on a en effet :



Pour que le même acide se produisît avec le chlorure neutre, il faudrait que le résidu de la distillation devînt alcalin, et c'est ce qui n'est pas.

Les résultats de la distillation des chlorures de potasse ou de soude sursaturés de chlore ne paraissent guère explicables dans l'hypothèse de M. Balard sur leur composition, puisqu'il faudrait que le chlore en excès décomposât l'hypochlorite, et réagît ensuite sur l'oxide mis à nu, de manière à former encore avec lui de l'acide hypochloreux et un chlorure métallique, ce qui semble une réaction bien compliquée et peu admissible.

Lorsqu'on verse de l'acide hypochloreux sur un chlorure métallique, tel que celui de sodium, il se dégage du chlore, et il se forme un composé identique avec le chlorure de soude décolorant. Or, si l'on admet que ce dernier chlorure soit un mélange de chlorure métallique et d'hypochlorite, n'est-il pas impossible de croire que l'acide hypochloreux puisse décomposer un chlorure métallique, et transformer un composé aussi

stable en un sel aussi éphémère que les hypochlorites?

M. Balard ne croit pouvoir expliquer comment le chlorure décolorant de peroxide de fer fournit de l'acide hypochloreux à la distillation, qu'en le regardant comme un mélange d'acide hypochloreux et de perchlorure de fer; il est bien vraisemblable cependant qu'il a une composition analogue à celle du chlorure de potasse avec excès de chlore, puisque celui-ci donne également de l'acide hypochloreux à la distillation. Je me rends compte de la même manière de la production de l'acide hypochloreux avec les chlorures décolorants d'oxide de mercure, de zinc et de cuivre. C'est sans doute, parce que les oxides de mercure et de zinc forment avec le chlore des chlorures d'oxides très-solubles, que leurs sels ne sont pas précipités par les chlorures neutres des oxides de la première section, comme le sont les autres sels métalliques des quatre dernières sections, et c'est même là un excellent moyen pour voir si une solution de potasse ou de soude est saturée de chlore, que de constater qu'elle ne précipite plus les solutions de sublimé corrosif.

M. Balard allègue en faveur de l'identité des hypochlorites avec les chlorures d'oxide, leur grande vertu décolorante et oxidante, mais les chlorites agissent aussi énergiquement sous ce rapport que les hypochlorites, lorsqu'ils ne contiennent pas un excès de base, et cependant pourrait-on les confondre avec les chlorures d'oxides.

Lorsqu'on mélange une solution neutre de nitrate d'argent avec un chlorure décolorant, il se forme un précipité de chlorure d'argent, et la

liqueur qui surnage est pendant quelques instants très-décolorante, mais elle se trouble bientôt et se décompose, ce qui prouve, dit M. Balard, qu'il y a eu d'abord formation de chlorure d'argent et de chlorite ou d'hypochlorite, qui est resté dissous quelque temps sans décomposition; mais n'est-il pas plus naturel d'admettre qu'il s'est formé du chlorure décolorant d'oxide d'argent, et que ce dernier, à peine formé, s'est décomposé spontanément en chlorure et en chlorate par suite de l'insolubilité du premier, de même qu'une solution concentrée de chlorure de potasse se décompose d'une manière analogue par suite de l'insolubilité du chlorate de potasse.

Tous les faits semblent donc s'accorder pour faire regarder les chlorures décolorants comme des chlorures d'oxides, et rien ne répugne à admettre l'existence de pareils composés, car il ne paraît pas démontré que le soufre, dont l'action sur les oxides a donné naissance à l'hypothèse de Berzélius sur la composition des chlorures d'oxides, ne puisse également former des sulfures d'oxides. Ce qui tend à le faire croire, c'est que le soufre hydraté, obtenu par précipitation, se dissout à 10 ou 20° dans une solution de potasse ou de soude, qui se colore immédiatement, et que ce sulfure, traité par l'acide chlorhydrique, ne donne qu'un précipité de soufre sans hydrate, ni hydrogène sulfuré.

Je pense que tous les sulfures alcalins obtenus par la voie humide contiennent du sulfure d'oxide, et que c'est pour cela que, lorsqu'on les traite par l'acide chlorhydrique, on obtient un hydrure mêlé de beaucoup de soufre hydraté,

tandis que le polysulfure, préparé en dissolvant du soufre à chaud dans une solution de monosulfure de potassium, donne dans les mêmes circonstances un hydrure de soufre, sans mélange d'une quantité appréciable de soufre libre.

Voici une expérience qui paraît très-concluante en faveur de mon opinion. Voulant mettre hors de doute que la formation du chlorate de potasse, pendant l'absorption du chlore par une solution de cet alcali, est le résultat de la décomposition du chlorure d'oxide préalablement formé, et de l'insolubilité du chlorate de potasse, j'ai fait passer du chlore à travers une solution bouillante d'une partie de potasse dans 4 parties d'eau; le chlore fut absorbé en grande quantité, et il ne se produisit qu'un chlorure d'oxide excessivement décolorant, sans dépôt de chlorate. Lorsque la solution fut saturée de chlore, je l'ai laissée refroidir, il se déposa du chlorate alcalin, et la solution perdit presque entièrement son pouvoir décolorant. Il est évident que les hypochlorites sont des sels très-peu stables, et qui se décomposent par la moindre élévation de température; on ne peut admettre qu'il s'en forme pendant le passage du chlore à travers une solution bouillante de potasse; force est de reconnaître que, dans cette circonstance, il se forme du chlorure de potasse, puisque ce composé peut être longtemps maintenu à la température de l'ébullition sans rien perdre de sa force décolorante. Il suit encore de là que, pour retirer du chlorate de potasse du chlorure neutre de cet alcali, on peut, sans inconvénient, concentrer la dissolution à la température de son ébullition, tandis que,

si l'on opère avec un chlorure d'oxide sursaturé de chlore, on ne peut porter la solution à plus de 50 ou 60° sans s'exposer à une perte de produit.

44. *Sur les formes cristallines et la composition de plusieurs SELS ACIDES*; par M. Mitscherlich. (Institut, n° 170.)

La potasse, la soude et l'ammoniaque forment avec l'acide sulfurique, divers sels acides qui peuvent être considérés comme composés de sulfates neutres et d'acide sulfurique hydraté H S ; pour la potasse, on a les sels $\text{K O S} + \text{H S}$, $\text{K O S} + \frac{1}{4} \text{H S}$; pour la soude, on a les sels $\text{Na S} + \text{H S}$, $\text{Na S} + \frac{1}{4} \text{H S}$; pour l'ammoniaque, on n'a que le sel $\text{N H}^3 \text{H S} + \frac{1}{4} \text{H S}$.

Le séléniate acide de potasse $\text{K O Se} + \text{H Se}$ a la même forme que le sulfate correspondant.

La potasse donne, avec l'acide manganique, le sel acide $\text{K a Mn} + \frac{1}{4} \text{H Mn}$.

Les sels acides d'acide chromique ne renferment pas d'eau; outre le sel de potasse bien connu qui contient deux fois autant d'acide que le sel neutre, on en obtient un autre qui en renferme trois fois autant, en dissolvant le premier sel dans l'acide nitrique, et recueillant les cristaux qui se précipitent de la dissolution.

45. *Sur la POTASSE CRISTALLISÉE*; par M. Walter.
(Journ. de Phar., t. 22, p. 297.)

En ajoutant à de la potasse caustique la quantité d'eau chaude simplement suffisante pour la dissoudre, et abandonnant la dissolution à elle-même, il s'en sépare par le refroidissement de très-beaux cristaux transparents d'hydrate, que l'on peut conserver en les enfermant dans un flacon bouché à l'émeril, que l'on tient dans un lieu frais.

Ces cristaux paraissent être des rhomboédres très-aigus, dont le plus souvent les arêtes sont remplacées par des facettes. Exposés à l'air, ils tombent en déliquescence; mais sous le récipient de la machine pneumatique, au contact de l'acide sulfurique, ils deviennent opaques, et s'effleurissent au contraire en perdant de l'eau. Ils produisent un refroidissement très-sensible en se dissolvant dans l'eau.

L'hydrate de potasse cristallisé contient 0,489 d'eau, ou 10 at. : l'hydrate effleuré n'en renferme que 0,2229, ou 3 at. On sait qu'il n'y en a que 0,1605 ou 2 at. dans l'hydrate fondu au rouge.

46. *Sur le CARBURE DE POTASSIUM, et sur un nouveau composé d'hydrogène et de carbone*; par M. E. Davy. (Rec. of Gen. sc., novembre 1836.)

En préparant du potassium par la méthode de M. Brunner, j'ai obtenu une substance grenue, tendre, quoiqu'adhérente au fer, et brune. Cette substance est un mélange de potassium et de carbure de potassium, contenant 1 at. de chacun de

ses éléments. Il se décompose à l'air en potasse et charbon. Lorsqu'on le soumet à la distillation le potassium se volatilise, et le carbone reste sous forme graphiteuse. L'alcool et l'essence de térébenthine, n'agissent que faiblement sur lui; mais l'eau le décompose très-rapidement, il se dégage un gaz inflammable, et il reste du charbon. Le gaz qui se dégage est un mélange, à volumes égaux, d'hydrogène pur et d'une nouvelle combinaison d'hydrogène et de carbone.

Cette nouvelle combinaison est très-inflammable, et brûle avec une lumière encore plus vive que le gaz oléfiant; si l'air n'est pas en excès, il y a en même temps un dépôt considérable de charbon. Elle s'enflamme instantanément dans le chlore, même dans l'obscurité, et il y a dépôt de charbon. L'eau en dissout à peu près un volume égal au sien. L'acide sulfurique en absorbe une petite quantité en prenant une teinte noire.

Par sa combustion complète, le nouveau gaz absorbe deux volumes et demi d'oxygène, et il en résulte de l'eau et deux volumes de gaz acide carbonique; il est par conséquent composé d'un volume d'hydrogène et de deux volumes de vapeur de carbone condensés en un seul. Sa densité est donc moindre que celle du gaz oléfiant, du poids d'un volume d'hydrogène. Il est identique pour la composition pondérale au carbure d'hydrogène liquide H^2C^2 , découvert par M. Faraday, dans le gaz de la houille comprimé, et il renferme deux fois autant de carbone que le gaz oléfiant.

47. *Sur la propriété hygroscopique des NITRATES DE POTASSE ET DE SOUDE.* (Arch. de l'artillerie de Berlin.)

Le nitrate de potasse, à l'état de pureté, n'est pas hygroscopique; le nitrate de soude l'est au contraire beaucoup, et cette propriété se manifeste avec force quand on expose le sel à la vapeur d'eau dans un espace fermé. Ce nitrate, mêlé même en quantité très-minime avec le nitrate de potasse, manifeste et exerce sa propriété hygroscopique proportionnellement à la quantité qui entre dans le mélange. De là résulte un moyen de faire l'essai des salpêtres pour rechercher combien ils contiennent de nitrate de soude.

48. *Sur les combinaisons des ALCALIS AVEC L'ACIDE CARBONIQUE;* par M. H. Rose. (An. de Ch., t. 63, p. 64.)

Le bicarbonate de potasse cristallisé, placé dans le vide au-dessus de l'acide sulfurique, et près d'une certaine masse de potasse caustique, ne perd point de son poids; mais, dans les mêmes circonstances, s'il est en dissolution, les vapeurs d'eau entraînent une quantité considérable d'acide carbonique sans qu'il se manifeste d'effervescence; et, par des évaporations répétées, on peut même transformer complètement le bicarbonate en carbonate. Si l'évaporation est rapide, la dissolution se prend en glace très-bulleuse.

Une dissolution de bicarbonate de potasse, tenue longtemps en ébullition sous la pression at-

mosphérique, se change en sesquicarbonate, et elle peut même se transformer en carbonate pur par une ébullition très-prolongée. Si l'on augmente la pression, il se dégage d'autant moins d'acide carbonique que cette pression est plus forte.

Quand on se sert de sulfate de magnésie comme réactif pour reconnaître si une dissolution de carbonate alcalin contient un excès d'acide carbonique, il faut opérer avec beaucoup d'attention, parce que le précipité qui se forme à froid dans les carbonates simples, est soluble dans un excès de ce carbonate ainsi que dans un excès de sulfate de magnésie.

Le bicarbonate de soude éprouve dans le vide, et par l'ébullition, les mêmes transformations que le sel de potasse, mais plus difficilement. Le sesquicarbonate produit par l'évaporation un mélange de carbonate et de bicarbonate.

Les solutions de bicarbonate de potasse ou de soude ne pouvant pas être changées exactement en dissolution de sesquicarbonate par l'ébullition, il s'ensuit que le procédé employé ordinairement pour doser l'acide carbonique dans les eaux minérales alcalines n'est pas exact; il me semble préférable de doser immédiatement la quantité totale de cet acide contenue dans l'eau, en ajoutant à celle-ci du chlorure calcique, ou mieux du chlorure barytique et de l'ammoniaque. On laisse le dépôt se former dans un flacon bien bouché, et on filtre à l'abri de l'air. Si l'on a employé le sel de baryte, le précipité renferme tout l'acide sulfurique qui se trouve dans l'eau minérale, ainsi que l'acide phosphorique, s'il y en a. Après avoir pesé le précipité, préalablement

calciné, on en sépare le sulfate de baryte par un acide, et on recherche la quantité d'acide phosphorique contenue dans la dissolution. Mais comme les eaux minérales renferment ordinairement des carbonates terreux et du peroxide de fer dissous par l'acide carbonique, qui se précipitent aussi par l'ammoniaque, il est préférable de faire bouillir une partie de l'eau à analyser pour pouvoir retrancher le poids du précipité composé des carbonates terreux et du peroxide de fer qui se déposent pendant l'ébullition, du poids du précipité formé par l'addition du chlorure et de l'ammoniaque.

49. *Préparation du CYANURE DE POTASSIUM;* par les frères Rodgers. (Compte rendu de M. Berzélius, t. 15, p. 136.)

1° On chauffe 70 p. de carbonate de potasse anhydre, avec 120 p. de cyanure de mercure; on traite le résidu par de l'alcool à 0,90 bouillant, et on laisse refroidir. Il se dégage, pendant la calcination, de l'acide carbonique et du mercure. Le même effet a lieu avec le carbonate de soude; mais les carbonates des terres alcalines ne réagissent pas sur le cyanure de mercure.

2° On chauffe dans un creuset de porcelaine, pendant environ vingt minutes, un mélange de 1 atome de ferrocyanure de potassium et de 1 at. de carbonate de potasse anhydre, et on traite le résidu par l'alcool. Mais, comme dans cette opération la potasse décompose une partie du cyanogène pour produire du cyanure de potassium, il vaut mieux substituer au carbonate alcalin pur le même sel

mélangé de charbon, en le calcinant préalablement avec du sucre.

3° On calcine un mélange de $3\frac{1}{2}$ p. de carbonate de potasse (ou $2\frac{1}{2}$ p. de carbonate de soude), préalablement chauffé avec du sucre, et de $2\frac{1}{2}$ p. de bleu de Prusse, et l'on traite le résidu par l'alcool bouillant.

50. *Des combinaisons de l'AMMONIAQUE avec les sels anhydres;* par M. H. Rose. (An. de Pog., 1836.)

Plusieurs oxides, ainsi que plusieurs chlorures dont les oxides forment des bases, peuvent se combiner avec l'ammoniaque, tandis que d'autres oxides et chlorures, qui leur ressemblent beaucoup, ne possèdent pas cette propriété. C'est ainsi que le sulfate de manganèse se combine avec cet alcali, tandis que le sulfate de magnésie ne l'absorbe pas, et que les chlorures de calcium et de strontium se combinent avec une très-grande quantité d'ammoniaque, tandis que le chlorure de barium n'en prend pas la moindre trace.

Quand un sel anhydre se combine avec l'ammoniaque, il se forme toujours un composé déterminé. Les sels qui se ressemblent beaucoup par leurs propriétés absorbent souvent l'ammoniaque dans la même proportion; mais aussi ils l'absorbent souvent dans des proportions différentes; de sorte que l'ammoniaque ne se combine pas avec les sels anhydres d'après une loi constante, qui permettrait de calculer *a priori* la proportion d'un composé. L'ammoniaque se comporte avec les sels anhydres et les chlorures métalliques ana-

logues à ces sels, comme une base excessivement faible; elle les abandonne presque tous, pour la plus grande partie ou en totalité, quand on les expose à l'air ou qu'on les chauffe modérément. Il n'y a d'exception que pour les combinaisons du perchlorure et du perbromure de mercure, qui n'abandonnent pas l'ammoniaque à chaud; et, par ces motifs, ces derniers doivent être rangés dans une autre classe de composés ammoniacaux.

Les combinaisons de l'ammoniaque avec les sels anhydres des oxacides, et les chlorures métalliques analogues, ont une ressemblance frappante avec les combinaisons que ces sels forment avec l'eau. L'eau ne se combine pas non plus avec tous les sels; car parmi ceux qui ont entre eux la plus grande analogie, quant à leurs propriétés, les uns contiennent de l'eau, les autres n'en contiennent pas. Ainsi le chlorure de calcium absorbe beaucoup d'ammoniaque, tandis que le chlorure de barium n'en prend que des traces; de même le sulfate de chaux peut se combiner avec une grande quantité d'eau de cristallisation, tandis que le sulfate de baryte n'en prend pas du tout. D'ailleurs, l'eau de cristallisation existe en proportion déterminée dans toutes ses combinaisons avec les sels; mais bien souvent les sels fort analogues entre eux, quant à leurs propriétés, en prennent des proportions fort différentes. Enfin l'eau dans ses combinaisons avec les sels, peut être considérée comme une base, mais comme une base très-faible, qu'une chaleur fort modérée peut en général dégager de ses combinaisons.

L'ammoniaque sèche n'est absorbée que très-lentement par les sels, et surtout vers le terme

de la saturation, et l'opération dure quelquefois plusieurs jours. Souvent il se produit beaucoup de chaleur dans les premiers instants, et il est alors nécessaire de modérer avec soin le courant de gaz.

Le sulfate de manganèse absorbe 4 at. simples d'ammoniaque (NH^3), le sulfate de zinc 5 at., le sulfate de cuivre 5 at.; cette dernière combinaison est bleue et analogue au sel que l'on obtient en traitant le sulfate de cuivre par l'ammoniaque liquide; sel qui est composé de 1 at. de sulfate de cuivre, 4 at. d'eau et 1 at. d'ammoniaque; ce qui fait voir que, dans ces sortes de composés, 1 at. d'eau est l'équivalent d'un at. simple d'ammoniaque. Les sulfates de cobalt, de nickel et de cadmium prennent 6 at. d'ammoniaque; le sulfate d'argent n'en prend que 2 at.; le nitrate d'argent en prend 6 at. Le sulfate de magnésie, les nitrates de soude et de baryte, le phosphate de cuivre et le bichromate de potasse n'absorbent pas l'ammoniaque.

Les chlorures de strontium et de calcium en absorbent 8 at.; le chlorure de cuivre, 6 at.; le chlorure de nickel, 6 at.; le chlorure de cobalt, 4 at.; le chlorure de plomb, $1\frac{1}{2}$; le chlorure d'argent, 3 at.; le protochlorure d'antimoine, 2 at. Les chlorures de sodium et de baryum n'en absorbent pas la plus petite quantité; le periodure de mercure en prend 2 at.; le cyanide de mercure ne l'absorbe que lentement; et le cyanide de fer et de potassium n'en absorbe pas du tout.

Le perchlorure de mercure n'absorbe le gaz ammoniaque que très-lentement, il en prend 1 at. Le composé se volatilise sans s'altérer; il est insoluble dans l'eau; mais quand on le fait bouil-

lit longtemps dans ce liquide, il devient jaunâtre; la potasse caustique le colore en jaune pâle, mais ne lui fait pas prendre de teinte rouge.

Le perbromure de mercure se comporte avec l'ammoniaque comme le perchlorure, et ne peut même s'y combiner qu'en le chauffant jusqu'à le fondre et le laissant ensuite refroidir dans le courant de gaz.

51. *Moyen de séparer la BARYTE de la STRONTIANE;*
par M. Smith. (Phil. Mag., t. 8.)

On sépare très-exactement la baryte de la strontiane au moyen du chromate neutre de potasse, qui précipite la première terre, mais qui ne précipite pas la seconde dans une dissolution suffisamment étendue. Pour déterminer la proportion de la baryte avec exactitude, il faut calciner le chromate au rouge et avoir soin de le bien laver.

Le sesquicarbonat d'ammoniaque ne précipite pas complètement la strontiane, mais l'oxalate d'ammoniaque la précipite en totalité.

52. *Sur la décomposition du CARBONATE DE CHAUX,*
au moyen de la chaleur; par M. Gay-Lussac.
(An. de Ch., t. 63, p. 219.)

On a dit depuis longtemps que la décomposition des pierres calcaires était favorisée par la présence de l'eau. M. Dumas a proposé deux explications de ce phénomène: selon lui il doit arriver que l'eau agit sur le carbonat en for-

mant un hydrate éphémère, et prenant la place de l'acide carbonique pour un terme très-court, ou bien que l'eau, étant décomposée par le charbon employé comme combustible, se transforme en gaz divers, dont l'hydrogène carboné fait partie, et que celui-ci, réagissant sur l'acide carbonique, tend à le faire passer à l'état d'oxide de carbone, et facilite ainsi sa séparation du carbonate de chaux.

Ces explications ne sont pas admissibles; il est néanmoins certain que l'eau favorise réellement la décomposition du carbonate de chaux par la chaleur, et que par son concours cette décomposition peut avoir lieu à une température inférieure à celle qui est ordinairement nécessaire. J'ai rempli un tube de porcelaine de fragments de marbre, et je l'ai disposé sur un fourneau, dont la température pouvait être réglée avec facilité. A l'un des bouts du tube a été adaptée une cornue de verre contenant de l'eau pour fournir de la vapeur, et à l'autre bout un tube de verre pour recueillir l'acide carbonique. La chaleur a d'abord été portée jusqu'au point de décomposition du marbre; mais alors, en fermant exactement la porte du cendrier, la chaleur est tombée au rouge sombre, et l'acide carbonique a cessé de se montrer. A ce moment on a mis l'eau de la cornue en ébullition, et l'acide carbonique a paru aussitôt en abondance. Mais si dans les mêmes circonstances on remplace la vapeur d'eau par de l'air atmosphérique, le phénomène du dégagement de l'acide carbonique à une basse température se produit également.

D'après ces faits, il me paraît que l'action de la vapeur est ici tout à fait mécanique, et n'a pour

effet que d'enlever le gaz acide carbonique à mesure qu'il se dégage, et de soustraire ainsi l'acide combiné à la pression qu'exerce sur lui l'atmosphère d'acide gazeux dont la pierre se trouve enveloppée.

Je suis donc convaincu que l'eau favorise la calcination de la pierre calcaire; mais je reste dans le doute sur les avantages qu'elle peut réellement produire, parce qu'il y a peu de différence entre la température à laquelle le carbonate de chaux se décompose seul, et celle où il se décompose avec le secours de la vapeur d'eau. D'ailleurs, si la vapeur d'eau n'exerce dans la décomposition de la pierre calcaire qu'une action mécanique semblable à celle de l'air atmosphérique, on ne voit plus quel avantage important elle peut conserver sur le courant aériforme qui traverse sans cesse la masse calcaire soumise à la calcination.

53. *Sur la solubilité du CARBONATE DE CHAUX dans le muriate d'ammoniaque*; par M. Vogel. (Jour. de Phar., t. 22, p. 542.)

On sait que le carbonate de magnésie, les carbonates de zinc et de nickel, le chlorure d'argent, le sulfate de plomb, le tartrate de chaux, etc., se dissolvent en quantité plus ou moins grande dans le sel ammoniac. Mais jusqu'ici on avait regardé les carbonates de chaux, de strontiane et de baryte comme tout à fait insolubles dans ce sel: ils s'y dissolvent cependant en quantités notables, même lorsqu'ils sont à l'état natif, pourvu que

l'on ait la précaution de les réduire préalablement en poudre impalpable.

Le carbonate de chaux est très-soluble dans le sel ammoniac au moment où il vient d'être précipité; mais quand on l'a lavé pendant quelque temps, ou quand on l'a abandonné à lui-même pendant vingt-quatre heures, il devient beaucoup moins soluble. Les dissolutions saturées de carbonate de chaux se troublent à l'air, et laissent déposer une partie du carbonate, mais elles en retiennent une grande quantité, que la chaleur, même de l'ébullition, ne peut pas en séparer.

La solubilité des carbonates terreux dans le sel ammoniac doit en partie être attribuée à leur décomposition, en ce qu'il se forme du carbonate d'ammoniaque et des hydrochlorates terreux.

54. *Sur l'ALUMINIUM et le CHLORURE D'ALUMINIUM*. (Ann. der Phar., t. 17, p. 43.)

Voici la manière la plus simple et la moins dispendieuse de préparer ces deux substances. On précipite une dissolution d'alun bien pur par du chlorure de barium employé en léger excès; on filtre, on rapproche la liqueur jusqu'à consistance sirupeuse, et on la laisse refroidir. Tout le chlorure de potassium et de barium se dépose, et l'eau mère ne contient que de l'hydrochlorate d'alumine. On y ajoute 1 p. de sucre pour 5 p. d'alun employé, on l'évapore à siccité, et en calcinant le résidu en vase clos, on a un mélange intime d'alumine et de charbon. On place ce mélange dans un tube de verre de deux à deux

pieds et demi de long et de cinq à six lignes de diamètre; on dispose ce tube sur un petit fourneau en tôle, comme pour une analyse organique; on le met en communication avec un ballon tubulé, au moyen d'un bouchon de liège, et l'on adapte à ce ballon un tube droit pour donner issue au gaz. Après quoi on fait passer à travers ce tube un courant de chlore sec, et quand toute l'humidité a été expulsée, on chauffe le tube, que l'on fixe au ballon, à la chaleur rouge. Le chlorure d'aluminium se distille et se condense dans le ballon en poudre cristalline, et à l'extrémité du tube en gouttelettes jaunâtres. Il faut veiller attentivement à ce que le tube ne s'engorge pas, et le déboucher avec une tige de fer quand cela est nécessaire. On purifie le chlorure en le distillant dans une petite cornue bien sèche, il se condense dans le col.

Cette substance est d'un jaune citron, cristalline, translucide: elle a l'éclat de la cire; elle fume dans l'air et en attire promptement l'humidité. Elle se volatilise sans se fondre, et se condense entre 180 et 185° C.

Pour préparer l'aluminium, on courbe en forme de cornue, un tube de verre très-mince, de trois à quatre lignes de diamètre, à un pouce de son extrémité fermée. On remplit la partie courbée de chlorure d'aluminium, on place le tube horizontalement, on y introduit deux ou trois boules de potassium ou de sodium de la grosseur d'un poids; on chauffe le chlorure, et sa vapeur se réduit avec chaleur et lumière en passant sur le métal. On introduit de nouveau du potassium, et ainsi successivement, jusqu'à ce que la réduction soit complète.

Quand l'opération est terminée, on brise le tube, et l'on met les fragments dans un grand vase rempli d'eau. L'aluminium se sépare à l'instant, sous forme d'une poudre grise métallique qui ressemble à l'amalgame d'osmium, et souvent il se dégage un gaz d'une odeur fétide. On lave l'aluminium d'abord avec de l'eau froide et ensuite avec de l'alcool rectifié.

Pour dessécher le chlore, et en général pour dessécher les gaz, il convient de se servir d'acide sulfurique concentré, de préférence au chlorure de calcium, ainsi qu'on a coutume de le faire.

55. *Méthode pour déterminer la valeur de l'OXIDE NOIR DE MANGANESE*; par M. Th. Thomson. (Jour. de Phar., t. 22, p. 440.)

Cette méthode n'est qu'une modification de celle que M. Berthier a décrite dans les An. de Ch., t. 51, p. 87, et dans son traité des essais par la voie sèche, t. 2, p. 174. Elle est moins précise, mais plus simple.

Dans un flacon de Florence taré, on pèse 600 grains d'eau et 75 grains d'acide oxalique cristallisé; on y ajoute 50 grains du minerai à essayer, et aussi promptement que possible on verse dans ce flacon 150 à 200 grains d'acide sulfurique concentré. Il se manifeste aussitôt une vive effervescence due à un dégagement d'acide carbonique. On couvre le flacon avec un papier, et on le laisse en repos pendant vingt-quatre heures. On le pèse alors, et la perte qu'il a éprouvée indique exactement la quantité de peroxide de mangan-

nèse contenue dans le minéral, ou du moins l'équivalent en peroxide de tous les oxides supérieurs au protoxide qu'il peut contenir. Cela résulte de ce que la quantité d'acide carbonique que peut produire le peroxide de manganèse avec l'acide oxalique, est précisément égale au poids de ce peroxide, ainsi qu'on peut s'en assurer par le calcul.

56. *De l'action de l'ACIDE SULFUREUX sur l'ACIER;*
par M. Vogel. (Jour. de Phar., t. 22, p. 538.)

L'acide sulfureux attaque l'acier sans aucun dégagement de gaz; cependant l'acide et l'eau sont décomposés en même temps, et il se forme de l'hydrogène sulfuré; mais celui-ci est immédiatement décomposé par l'acide sulfureux avec dépôt de soufre. La liqueur renferme du sulfite et de l'hyposulfite de protoxide de fer. Le résidu contient, outre le carbone, du soufre et un sous-hyposulfite de fer en petits cristaux octaédriques, d'un blanc verdâtre, demi-transparent, qu'il est très-difficile d'enlever par l'acide sulfureux, ce qui rend cet acide impropre à être employé pour l'analyse des fontes et des aciers.

57. *Formation artificielle de la PYRITE CRISTALLISÉE;* par M. Wohler. (Ann. der Phar., t. 17, p. 260.)

Si l'on chauffe lentement dans un ballon de verre un mélange intime de tritoxide de fer (par exem-

ple de l'hématite brune chauffée au rouge), de soufre et de sel ammoniac, jusqu'à sublimation complète du sel ammoniac; qu'on laisse refroidir lentement la masse, et qu'on verse de l'eau dessus, on voit se déposer au fond du vase des octaèdres et des tétraèdres pesants, d'un jaune de laiton, qui sont identiques avec la pyrite ordinaire. Les cristaux sont d'autant plus grands et plus nets, que la masse du mélange employé était plus considérable.

58. *Sur la décomposition des SULFATES DE FER et DE CUIVRE par l'acide oxalique;* par M. Vogel. (Journ. de Phar., t. 22, p. 204.)

Le sulfate de cuivre, le protosulfate de fer, et probablement tous les sulfates, sont complètement décomposés par l'acide oxalique.

L'oxalate de cuivre est pulvérulent, d'un bleu clair, et insoluble dans l'eau. Par la calcination, il laisse un mélange de cuivre métallique et d'oxide rouge de cuivre.

L'oxalate de fer est pulvérulent, jaune, à peine soluble dans l'eau et dans l'acide oxalique, soluble dans l'acide muriatique concentré, et dans l'acide sulfurique étendu, sans décomposition; calciné en vase clos à la chaleur rouge, il laisse un résidu noirâtre lamelleux, qui se compose d'un mélange de protoxide et de carbure de fer, et qui traité par l'acide muriatique abandonne du charbon pur.

59. *Sur la décomposition des SELS CUIVREUX au moyen du phosphore*; par M. Vogel. (J. de Phar., t. 22, p. 545.)

Le phosphore précipite complètement le cuivre des dissolutions, convenablement étendues, de sulfate, de nitrate et de muriate, et il se recouvre d'une couche noire de phosphore de cuivre, recouverte elle-même d'une couche de cuivre métallique. Dans les dissolutions de muriate concentrées, tout le cuivre n'est pas précipité, parce qu'il se forme du protochlorure.

Dans une dissolution étendue d'acétate de cuivre, le phosphore précipite en même temps du cuivre métallique et du phosphate de cuivre pulvérulent.

60. *Sur un nouveau SEL DE CUIVRE*; par M. Wohler. (An. de Pog., t. 37, p. 166.)

Si l'on fait dissoudre du verdet dans de l'eau acidulée par de l'acide acétique à chaud, mais non à la température de l'ébullition, et qu'on fasse cristalliser, on obtient un nouvel acétate de cuivre, qui ne diffère du verdet qu'en ce qu'il contient 1 at. d'eau de plus, c'est-à-dire 5 at.

Ce sel forme de grands cristaux transparents, d'un aussi beau bleu que le sulfate de cuivre; mais lorsqu'on le chauffe à 30 ou 35° C., il devient aussitôt opaque et vert comme le verdet, en abandonnant le cinquième de l'eau qu'il contient, et, sans perdre sa forme apparente, il se trouve changé en une multitude de petits cristaux de verdet.

61. *Sur la préparation du VERT DE BRÈME*; par M. Gentele. (Institut, n° 173, p. 292.)

On a donné beaucoup de recettes en Allemagne pour la préparation du vert de Brème, matière colorante fort belle, et qui fait actuellement l'objet d'un très-grand commerce avec la Hollande et l'Amérique; mais la méthode que l'on emploie pour le préparer à Brème, Cassel, Eisenach, Minden, etc., est encore à peu près restée secrète. Cette matière colorante est légère comme de la magnésie, elle a une nuance qui tire plus ou moins sur le bleuâtre ou sur le vert; la première est la plus estimée. Avec l'huile et la colle, cette couleur résiste très-longtemps; mais, en contact avec la chaux, elle s'altère promptement quand elle n'a pas été desséchée avec soin et pendant longtemps. Une chaleur intense lui fait perdre son éclat, et lui donne une teinte brune ou vert noirâtre.

Voici, suivant M. J.-G. Gentele, le procédé qu'on emploie en fabrique dans les villes citées plus haut.

a. 225 liv. de sel marin et 222 liv. de vitriol de cuivre, tous deux bien exempts de fer, sont mélangés à l'état sec, puis réduits, par des meules et avec de l'eau, en une bouillie épaisse et homogène.

b. 225 liv. de planches de cuivre (vieux doublages de vaisseaux) sont découpées aux cisailles en morceaux d'un pouce carré, puis jetées et agitées dans un baquet de bois contenant 2 livres d'acide sulfurique, étendu d'une suffisante quantité d'eau, afin d'en détacher les impuretés, et

enfin lavées à l'eau pure dans des tonneaux tournant sur un axe.

c. Les morceaux ou rognures de cuivre étant placés dans des caisses dites à oxidation, avec la bouillie de sel marin et de vitriol préparé précédemment, en couche d'un demi-pouce d'épaisseur, on abandonne ces substances à leur réaction mutuelle. Les caisses à oxidation sont construites en planches de chêne, assemblées sans clous de fer, et placées dans une cave ou dans tout autre lieu d'une température modérée.

Le mélange salin, qui s'est en partie transformé en sulfate de soude et en chlorure de cuivre, absorbe l'oxygène de l'air, dont l'action sur le cuivre métallique, ne tarde pas à donner un hydrate d'oxide cuivreux, qui se forme d'autant plus promptement que les surfaces en contact avec l'air sont plus étendues. Afin d'obtenir ce contact d'une surface plus étendue, pendant les trois mois que dure cette opération, on retourne toute la masse une fois par semaine, avec une pelle en cuivre, en la transportant ordinairement dans une deuxième caisse qui est proche de la première, puis en la replaçant dans cette dernière.

Au bout de trois mois on enlève toute la masse des rognures qui ont été attaquées et rongées, et on la place dans une sorte de patouillet, où l'on cherche, avec la plus petite quantité d'eau, à extraire du *schlam* oxidé qui s'est formé toutes les parties salines qu'il contient.

d. Ce *schlam* lavé est filtré, puis jeté, au moyen de seaux qui en contiennent 30 livres, dans une cuve où il est soigneusement divisé.

e. Pour chaque 6 seaux de *schlam* ainsi jetés dans la cuve, on ajoute 12 livres d'acide hydro-

chlorique à 15° Baumé, on agite, puis on laisse reposer 24 ou 36 heures.

f. Dans une autre cuve, qu'on nomme *cuve au bleu*, on jette également, pour chaque 6 seaux ou mesures de *schlam* acidifié, 15 seaux semblables d'une solution d'alcali caustique à 19° Baumé, qui doit être incolore et filtrée avec soin.

g. Quand la première cuve (e) est restée en repos un temps suffisant, on verse dedans, pour chaque seau de *schlam*, un seau d'eau pure.

h. Lorsque tout est ainsi préparé, on place près de la première cuve (e) les ouvriers qui doivent y puiser, et près de celle au bleu (f) ceux qui doivent l'agiter. Les premiers transportent avec célérité le *schlam* dans cette dernière cuve, où les seconds le mêlent et l'agitent tout le temps nécessaire pour que la masse commence à prendre de la consistance; ils la laissent en repos pendant 36 à 48 heures.

Ce temps passé, on lave toute la masse; dans ce but on l'agite en versant de l'eau, on laisse reposer, on tire à clair, et on répète cette manœuvre jusqu'à ce que le bleu ne contienne plus de trace de potasse. On place alors le dépôt sur un filtre, et on le maintient pendant quelques semaines à l'état humide et exposé à l'air. La matière colorante est alors pressée dans le filtre, découpée, puis desséchée à l'air libre, ou à une température qui ne dépasse pas 25° R. Ce n'est qu'après la plus parfaite dessiccation que la couleur acquiert le plus brillant éclat. (*Polytech. Journ. von Dingler*, vol. 60, 6° liv.)

62. *Préparation de l'ANTIMOINE PUR*; par M. Liebig. (An. der Phar., t. 19, p. 22.)

15 p. de régule d'antimoine du commerce sont grossièrement concassées et mélangées avec 1 p. de sulfure d'antimoine et 2 p. de carbonate de soude; ce mélange est ensuite chauffé dans un creuset de Hesse, et entretenu en pleine fusion pendant une heure; on laisse refroidir le creuset, on le casse, on recueille le culot métallique, on pile celui-ci, et on le fond une seconde fois avec 1 $\frac{1}{2}$ p. de carbonate de soude. Enfin on traite le second culot de la même manière, en le maintenant fondu pendant une heure.

Le régule ainsi préparé est absolument exempt d'arsenic, de fer et de cuivre, mais on ne pourrait pas en séparer le plomb de cette manière.

La première scorie est d'un brun foncé, la seconde d'un brun clair, et la troisième d'un jaune citron ou d'un blanc jaunâtre.

L'addition du sulfure d'antimoine au régule a pour but de sulfurer l'arsenic, le fer et le cuivre; par la fusion avec le carbonate de soude, ces sulfures entrent en combinaison avec la soude sans laisser de résidu métallique, et il n'y a pas d'antimoine dissout tant qu'il y a encore de l'arsenic dans le régule. Le sulfure d'arsenic donne, avec le carbonate de soude de l'arsenite ou de l'arséniate de soude et du sulfure de sodium.

L'antimoine absolument pur est d'un beau blanc d'argent et très-éclatant. Quand il a été fondu il brûle vivement à l'air, en répandant une fumée épaisse qui est *absolument* inodore, et le bouton s'entoure d'un réseau d'oxide d'un blanc de perles.

Le régule impur se fond plus difficilement, et se recouvre promptement d'une pellicule matte et terne de sulfures étrangers. Il ne brûle pas hors du contact de la flamme, l'oxide dont il s'entoure est plus ou moins jaunâtre, et les fumées qu'il exhale ont une odeur évidente d'arsenic.

63. *Sur les nouveaux COMPOSÉS D'ANTIMOINE admises par M. Faraday*; par M. Berzélius. (An. de Pog., 1836, n° 1.)

M. Faraday annonce qu'en fondant du sulfure d'antimoine avec de l'antimoine métallique, on obtient un nouveau sulfure SbS, qui, traité par l'acide muriatique, fournit un chlorure et un oxide correspondant. Mais, en répétant l'expérience, j'ai trouvé que l'on n'obtenait que des sulfures ordinaires, tenant en dissolution une certaine quantité de régule, et du régule mélangé d'une petite proportion de sulfure, et qu'au moyen de l'acide muriatique on séparait exactement le sulfure du métal pur, sans qu'il se produise ni chlorure ni oxide nouveau.

64. *Note sur la préparation du KERMÈS et du SOUFRE DORÉ, au moyen de la méthode de déplacement*; par M. Musculus de Soultz. (Jour. de Phar., t. 22, p. 241.)

On mêle ensemble bien intimement 6 p. de chaux éteinte avec quantité suffisante d'eau, 4 p. de sous-carbonate de potasse ou de sous-carbonate de soude desséché, 1 p. de sulfure d'antimoine

réduit en poudre très-fine, et 8 p. de sable bien lavé et séché. On met ce mélange dans un appareil de déplacement en verre ou en grès, au fond duquel on introduit quelques petits cailloux, ou du verre grossièrement pilé; on recouvre le mélange d'une couche de sable et on verse dessus de l'eau froide peu à peu, et jusqu'à ce que le liquide qui s'écoule ne précipite plus par l'acide muriatique.

Le liquide ainsi obtenu est suffisamment étendu d'eau pure; on en précipite le kermès, en y faisant passer un courant d'acide carbonique, ou ce qui vaut beaucoup mieux, en y ajoutant une solution de bicarbonate de soude.

Lorsqu'on veut préparer du soufre doré, on ajoute 1 p. de fleur de soufre au mélange précédent, et on stature la liqueur obtenue d'acide hydrochlorique.

65. *Moyen de séparer le ZINC DU NICKEL*; par M. J. Smith. (J. d'Erdmann, t. 8, p. 45.)

Pour opérer cette séparation, si les deux métaux ont été dissous dans l'eau régale, on évapore à sec pour chasser l'excès d'acide, et on redissout ensuite dans de l'eau, à laquelle on ajoute une quantité suffisante d'acide acétique. Alors on fait passer un courant d'hydrogène sulfuré dans la liqueur, et tout le zinc se précipite sans entraîner de nickel.

En analysant par ce procédé deux *argentans*, l'un d'Angleterre et l'autre d'Allemagne, j'y ai trouvé :

	Anglais.	Allemand.
Cuivre	0,601	0,534
Zinc	0,178	0,291
Nickel	0,188	0,175
Cobalt	0,034	
	<hr/>	<hr/>
	1,001	1,000

66. *Sur les OXIDES DE PLOMB*; par M. Venkellech. (An. der Pharm., t. 21, p. 21.)

Lorsqu'on calcine à une chaleur modérée de l'oxalate de plomb en vase clos, le résidu que l'on obtient est gris, et prend un grand éclat métallique sous le frottement; mais quand on chauffe ce résidu jusqu'à fusion, il se transforme en un mélange d'oxide de plomb et de plomb métallique, et celui-ci constitue plus des deux tiers du mélange. Le résidu non fondu produit avec les acides une légère effervescence, due à un dégagement d'acide carbonique, et, quand on le triture avec du mercure, il se forme un amalgame, contrairement à ce qu'a annoncé M. Boussingault. Ce résidu n'est pas un suboxide ou un oxide particulier, mais un simple mélange de plomb et d'oxide de plomb plus ou moins carbonaté.

Il n'existe point d'hydrate de plomb. Quand on précipite un sel de plomb par la potasse caustique employée en faible excès, le dépôt est un sous-sel, et quand on fait bouillir ce dépôt dans une dissolution alcaline, il se transforme en oxide jaune anhydre.

Quand on verse du chlorite de soude dans la dissolution d'un sel de plomb, il se fait immédia-

tement un précipité jaune rougeâtre de sesquioxide, mais le dépôt contient du chlore. Pour l'avoir pur, il faut se servir d'une dissolution d'oxide de plomb dans la potasse. Cet oxide est en poudre très-ténue, non cristalline, d'un jaune rougeâtre; il est difficile à dessécher; il donne de l'acide carbonique avec les acides oxalique et formique; les acides nitrique, sulfurique, acétique, fluosilicique, le transforment à froid en protoxide qui se dissout, et en peroxide insoluble. Il est composé de :

Plomb	0,89619	2 at.
Oxygène	0,10381	3

Quand on fait bouillir du protoxide de plomb, avec du chlorite de soude, il se forme du peroxide anhydre qui est identique avec celui que l'on obtient en traitant le minium par l'acide nitrique.

Le meilleur moyen de le préparer consiste à ajouter du chlorite de soude à une dissolution bouillante d'acétate de plomb. Mais, pour qu'il ne contienne pas de chlore, il est nécessaire de le faire digérer dans de l'acide nitrique.

67. *Propriété remarquable de l'IODURE DE PLOMB;*
par M. Talbot. (Phil. mag., décembre 1836.)

Si l'on mêle une solution d'acétate de plomb avec une solution saturée d'hydriodate de potasse, et que l'on agite fortement le mélange, l'iodure de plomb, qui se précipite jaune d'abord, devient complètement blanc. Si l'on prend une petite quantité de cet iodure blanc, et qu'on le comprime entre deux plaques de verre, en l'obser-

vant au microscope, on reconnaît qu'il se compose de cristaux capillaires très-déliés.

Mais si on le chauffe au moyen d'une lampe à alcool, il devient subitement jaune, et se transforme en hexagones réguliers très-minces. Ces cristaux jaunes, abandonnés à eux-mêmes, perdent leur couleur en se refroidissant, et ils reprennent en même temps la forme de cristaux capillaires.

Ce changement alternatif peut être répété quatre ou cinq fois; mais lorsque l'on a évaporé trop d'eau, il cesse d'avoir lieu, et les cristaux blancs se dissolvent simplement quand on les chauffe, sans changer de couleur.

On ignore si ces phénomènes résultent d'un nouveau cas d'isomérisation, ou si les cristaux jaunes et blancs ont une composition différente.

68. *Sur la réduction des SELS MERCURIELS au moyen du cuivre;* par M. Vogel. (Jour. de Phar., t. 22, p. 548.)

Le cuivre précipite complètement le mercure à l'état métallique des dissolutions de nitrate de mercure, et il devient blanc. Mais, dans les dissolutions de sublimé corrosif, il précipite à la fois du calomel et du mercure, et il noircit, parce qu'il se recouvre d'une couche de deutoxide de cuivre très-adhérent, et qu'on ne peut enlever qu'au moyen de l'acide muriatique. Le calomel est réduit aussi peu à peu par le cuivre, surtout si l'on chauffe jusqu'à l'ébullition la liqueur dans laquelle il est délayé, et le cuivre se recouvre à la fois de deutoxide de cuivre et de mercure métallique.

69. *Recherches sur les CHLORURES et OXIDES DE MERCURE*; par M. Kane. (Ann. der Pharm., t. 18, mai.)

L'ammoniaque versée dans une dissolution de sublimé, y produit un précipité blanc laiteux qui ressemble à de l'alumine, et qui, soumis à l'ébullition, se change en une poudre grenue, d'un jaune serin, dans la proportion de 0,9115, et il reste dans la liqueur 0,1025 de sel ammoniac. Le précipité blanc est composé de

Mercure.	0,7860
Chlore.	0,1385
Ammoniaque	0,0677
Eau.	0,0058
	<hr/>
	0,9980

Il est insoluble dans l'eau et soluble dans les acides nitrique ou muriatique; chauffé dans un tube de verre, il se décompose à la chaleur rouge en ammoniaque, azote et calomel. Les alcalis en dégagent de l'ammoniaque, mais ne le décomposent pas complètement. L'iodure de potassium en sépare au contraire toute l'ammoniaque, et amène le mercure à l'état d'iodure rouge. Le sulfure de barium agit de la même manière, en amenant le mercure à l'état de sulfure noir.

La poudre grenue jaune serin se dissout bien dans les acides nitrique et muriatique. Chauffée dans un tube de verre elle donne de l'azote, de l'ammoniaque, de l'eau, du calomel et du mercure.

Le calomel, traité par l'ammoniaque, se change en une poudre noire, qui est composée de

Mercure.	0,8833
Chlore.	0,0795
Ammoniaque.	0,0336
	<hr/>
	0,9964

Pour préparer l'ammoniaque de mercure, j'ai fait digérer à chaud un précipité de mercure obtenu par l'ammoniaque. Il se dissout bien dans les acides nitrique et muriatique; il détonne facilement sur les charbons ardents; par la calcination en vase clos il donne, depuis le commencement de la décomposition jusqu'à la fin, de l'eau, de l'ammoniaque, de l'oxygène et du mercure métallique. Il est composé de

Mercure.	0,8362	} bi-oxide.	0,9025
Oxygène.	0,0663		
Ammoniaque.	0,0407		
Eau.	0,0540		
	<hr/>		
	0,9972		

70. *Sur le MALÉATE et le CARBURE D'ARGENT*, par M. Regnault. (Ann. de Ch., t. 62, p. 215.)

Le maléate d'argent, soumis à l'action de la chaleur, se décompose brusquement à la température de 148°, en laissant pour résidu un carbure d'argent qui contient 1 at. de chacun de ses éléments, et en laissant dégager de l'acide carbonique et un acide pyrogéné.

71. *Nouvelles observations sur l'ESSAI DES MATIÈRES D'ARGENT par la voie humide*; par M. Gay-Lussac. (An. de Ch., t. 63, p. 334.)

Dans le cours des essais qui se font journellement au bureau de garantie de Paris, j'ai eu occasion de reconnaître une nouvelle circonstance qui pourrait induire en erreur les personnes qui déterminent le titre des matières d'argent par la voie humide, si elles n'en étaient pas prévenues. C'est que le sulfure d'argent n'est pas très-facilement attaqué par l'acide nitrique; en sorte que si l'argent soumis à l'essai contenait quelques millièmes de sulfure d'argent, il pourrait arriver que ce sulfure ne fût pas dissout, et que le titre de l'argent fût conséquemment estimé trop bas. Ce cas n'aurait lieu toutefois que parce qu'on n'aurait pas employé l'acide nitrique d'une force assez grande et en quantité suffisante. Quoi qu'il en soit, lorsque l'argent contient du sulfure, et qu'il en reste d'indissous dans la solution nitrique, on s'en aperçoit facilement à l'apparition d'une poudre très-tendue, mais pesante, de couleur noire, qui se distingue de l'or contenu quelquefois dans l'argent par une apparence moins floconneuse. L'addition d'une nouvelle quantité d'acide nitrique concentré amènerait la dissolution du sulfure d'argent; mais j'ai trouvé préférable d'ajouter à la dissolution de l'argent, lorsqu'on y soupçonne la présence du sulfure, un volume d'acide sulfurique concentré de cinq à six centimètres cubes. La dissolution du sulfure s'opère à l'instant; mais, pour plus de certitude, on reinet la dissolution nitrique au bain-marie bouillant, pendant quelques instants.

L'acide sulfurique doit être exempt d'acide muriatique; s'il ne l'était pas, il suffirait de le faire bouillir quelque temps, et de rejeter la partie qui aurait passé à la distillation et entraîné l'acide muriatique. Je dois dire que j'ai essayé plusieurs fois l'acide sulfurique concentré du commerce, et que je n'y ai jamais rencontré sensiblement d'acide muriatique.

72. *Sur les IODURES D'OR*; par M. Johnston. (Phil. mag., octobre 1636.)

Si dans une dissolution de bichlorure d'or on verse de l'iodure de potassium en excès, il se fait un précipité d'un vert jaunâtre pâle, et la liqueur devient brune; ce précipité est du proto-iodure d'or pur. Il se dissout à chaud dans l'acide hydrochlorique et dans les hydriodates alcalins; et par le refroidissement il se forme dans ces dissolutions, un dépôt écailleux d'un beau jaune, qui contient 0,12 d'or métallique mélangé. Il se décompose spontanément à l'air, et immédiatement par une chaleur de 116° C. environ, en abandonnant tout son iode.

Lorsqu'au contraire on verse peu à peu du bichlorure d'or dans une dissolution d'iodure de potassium, jusqu'à ce que la liqueur, qui devient d'abord brune, se décolore, on obtient un dépôt pulvérulent d'un vert foncé, qui est du tri-iodure d'or. Ce dépôt est soluble dans l'acide hydriodique et les hydriodates alcalins, et il se décompose spontanément avec plus de promptitude encore que le proto-iodure.

Un mélange en dissolution concentrée de 1 at

de protochlorure d'or, et 4 at. d'iodure de potassium, laisse déposer, au bout de peu de temps, de belles aiguilles prismatiques noires, semblables à la tourmaline, qui se composent de 1 at. de perchlorure d'or et de 1 at. d'iodure de potassium, et qui sont anhydres. Une chaleur de 65° C. suffit pour détruire cette combinaison, et la transformer en or, iode et iodure de potassium.

Les iodures doubles d'or et de sodium ou d'ammoniaque se préparent comme le précédent; mais il est difficile de les obtenir à l'état cristallin, parce qu'ils sont extrêmement solubles.

Le periodure d'or se dissout aussi dans la solution d'iodure de barium, de strontium et de fer, en colorant les liqueurs en noir.

Toutes les solutions de periodure d'or sont décomposées par l'ammoniaque. Si l'on verse de l'ammoniaque sans excès dans la solution d'iodure, il se forme un précipité brun foncé. Si au contraire on verse de l'iodure sans excès dans l'ammoniaque, le précipité qui se forme est d'un brun clair. Ces précipités détonnent l'un et l'autre par la chaleur, en laissant dégager de l'ammoniaque et de l'iode; l'acide les transforme, à chaud, en un mélange d'or métallique et de proto-iodure d'or, avec dégagement d'iode.

73. *Nouvelles observations sur la préparation du CYANURE D'OR*; par M. Figuier. (J. de Phar., t. 22, p. 326.)

Le cyanure d'or (*cyanure aurique*) a l'aspect d'une poudre d'une belle couleur jaune serin. Il est inaltérable à l'air et à la lumière, inodore, in-

soluble et sans action sur l'épiderme, insoluble dans l'eau, dans les alcalis et dans les acides, même dans l'eau régale, mais très-soluble dans le cyanure de potassium. Chauffé dans un tube de verre, il se décompose un peu au-dessous de la chaleur rouge, et abandonne son cyanogène, qui s'y trouve dans la proportion de 0,25.

Pour le préparer, on se sert d'une dissolution de chlorure d'or bien neutre, et d'une dissolution de cyanure de potassium. Pour avoir le chlorure d'or bien neutre, on évapore à siccité une dissolution dans l'eau régale à plusieurs reprises; on reprend par cinq fois son poids d'eau, et l'on filtre pour enlever la petite quantité d'or qui se sépare. Quant au cyanure de potassium, on l'obtient par la méthode de M. Robiquet, et on le dissout dans environ six fois son poids d'eau. Cela fait, on verse peu à peu le cyanure de potassium dans la dissolution d'or, et le cyanure d'or se dépose lentement si l'on ne dépasse pas le terme de saturation. Dans le cas où l'on dépasserait ce terme, le précipité se formerait promptement et serait d'un jaune sale, et il passerait à la teinte orange par l'addition d'une nouvelle dose de cyanure alcalin: il ne serait pas pur alors, et il tiendrait en combinaison une certaine proportion de ce cyanure; mais on pourrait l'en débarrasser, et le ramener à la couleur jaune serin, par l'addition d'un acide.

74. *De l'essai du doré*; par M. Boutigny. (An. de Ch., t. 61, p. 106.)

Le procédé que M. Gay-Lussac a donné pour

faire l'essai du doré par la voie humide, paraît en général un peu compliqué aux essayeurs; pour plus de simplicité, je l'ai modifié en le pratiquant de la manière suivante.

On pèse une quantité d'alliage contenant, approximativement, 1.000 d'argent fin; on le fait bouillir pendant 10 minutes dans un matras à l'émeri, avec 36 gr. d'acide nitrique à 22°; on décante avec soin, dans un flacon à l'émeri, de la capacité de 250 gr.; on fait bouillir de nouveau l'alliage pendant 5 minutes, avec 15 gr. d'acide nitrique à 36°, et l'on décante avec soin dans le même flacon; on verse dans le matras 30 gr. d'eau distillée pour enlever tout le nitrate, et on l'ajoute aux deux premières dissolutions. Le flacon qui les contient est alors bouché et mis à part; on examine avec soin s'il ne reste pas quelques parcelles de nitrate sur les bords de l'orifice du matras; et, dans ce cas, on les enlève avec soin, et on les réunit à la dissolution. On remplit le matras d'eau distillée, et on le renverse dans un creuset à recuire, pour recueillir l'or, que l'on pèse après l'avoir recuit. Puis, on s'occupe à titrer le flacon contenant la dissolution, comme pour un essai d'argent, et l'opération est terminée.

Si l'alliage contenait de l'étain, ce que l'on reconnaîtrait à la présence d'une poudre blanche au fond du matras, ce procédé ne pourrait être employé, et il faudrait nécessairement avoir recours à la coupellation et au départ.

J'ajouterai encore que ce procédé n'est applicable qu'au doré qui contient tout au plus 0,150 d'or; et, à plus forte raison, lorsque la quantité d'or est inférieure à 0,150, ce qui est le cas qui

se présente le plus souvent dans les bureaux de garantie.

75. *Sur l'affinage de l'or dans le Népaül*; par M. Campbell. (Bibl. de Gen.; t. 6, p. 167.)

On importe du Thibet dans le Népaül pour plus de cinq millions de poudre d'or. Pour affiner cet or, on le fait fondre, et on le réduit en feuilles de l'épaisseur d'une carte à jouer. On se procure des briques provenant de quelque ancien bâtiment ruiné, et les plus vieilles possible; on les pile et on les réduit en poudre fine. On mêle cette poudre avec la moitié de son poids de sel marin et le sixième de borax. On enduit les lames d'or d'huile de moutarde, et on les empile, au nombre de quatre-vingts et plus, en plaçant sur chacune d'elles une couche du ciment ci-dessus. On les recouvre de fumier de vache sec, que l'on allume, et qu'on laisse brûler lentement; après quoi on retire l'or et on l'examine. L'opération, qui dure vingt minutes, se répète un grand nombre de fois quand l'or est très-impur; mais trois ou quatre opérations suffisent en général. L'or affiné est ensuite fondu en lingots.

En traitant par le mercure le ciment qui reste après l'affinage, on en extrait une certaine quantité d'argent.

76. *Préparation du verre rouge de rubis*; par M. Fuss. (J. d'Erdmann, n° 6 et 7.)

La fabrication des verres rouges est très-répandue en Bohême; où elle est pratiquée par un certain nombre d'ouvriers habiles, qui en ont le secret,

mais qui cependant manquent quelquefois leurs opérations. Le bas prix auquel on livre les verres au commerce prouve qu'il n'y entre que très-peu d'or. On n'emploie jamais le pourpre de cassius immédiatement, mais une solution d'or et de l'oxide d'étain, de telle sorte que le pourpre se produit dans la masse même pendant la fusion. Toute la difficulté consiste dans le dosage exact des ingrédients. On réussira toujours en procédant comme je vais le dire.

On prépare d'abord un verre blanc plombé en faisant fondre ensemble un mélange de 5 p. de quartz, 8 p. de minium, 1 p. de salpêtre et 1 p. de potasse; on jette ce verre dans l'eau pour l'étonner et on le broie, puis on prend une livre de ce verre ou *fondant*, on y ajoute 3 loths de borax cristallisé, $\frac{3}{4}$ de quent d'oxide d'étain, $\frac{3}{4}$ de quent d'oxide d'antimoine et la solution de la quatre-vingtième partie d'un ducat d'or (1).

On introduit ce mélange dans un creuset que l'on expose à la chaleur d'une verrerie ordinaire pendant douze à quatorze heures. Après ce temps on le retire et on le place dans un four à recuire, où il doit subir un refroidissement très-lent. On détache le verre du creuset et de l'écume dont il est recouvert, on le divise en fragments plus ou moins gros, et en faisant subir à ceux-ci une seconde cuisson à une température bien ménagée, ils prennent la belle couleur rouge de rubis. Il est de la plus grande importance de chauffer le verre à une température convenable; si cette température était trop élevée, et même si l'on pro-

(1) La livre = 467 grammes; le loth 145^r,6; le quent 35^r,6; le ducat pèse 38^r,1.

longeait son action pendant trop longtemps, la masse resterait incolore, sans pourtant qu'il se séparât d'or métallique, et, le plus souvent, il deviendrait impossible de lui faire reprendre la couleur de rubis. Le degré de chaleur le plus convenable paraît être celui qui est nécessaire pour fondre le verre coloré en améthiste par l'oxide de manganèse, degré qui est bien connu de ceux qui s'occupent de la préparation des verres colorés.

Pour doser l'or avec une grande exactitude, on en dissout une certaine quantité dans de l'eau régale, on étend la dissolution de beaucoup d'eau, et on se procure ainsi une liqueur titrée, dont on mesure telle fraction que l'on veut en la plaçant dans un éprouvette graduée.

Il est indispensable pour le succès que la dissolution soit très-acide, afin que cet acide puisse réagir sur l'oxide d'étain. Il convient aussi qu'elle soit très-étendue d'eau pour que l'or se trouve uniformément disséminé dans toute la masse du verre.

Le dosage de l'étain, donné plus haut, est propre aux verres ordinaires. Pour les verres à bijouterie il ne faut en prendre que $\frac{1}{2}$ quent: pour les verres destinés à être soufflés, il faut, au contraire, en employer un quent, parce qu'alors la coloration se manifeste plus facilement.

L'oxide d'antimoine ne contribuant en rien à la coloration du verre, on peut le supprimer sans aucun inconvénient.

77. *Sur un moyen facile de préparer le NOIR DE PLATINE*; par M. Döbereiner. (Ann. der Phar., t. 17.)

On fond du minerai de platine avec le double de son poids de zinc, et l'on traite l'alliage ainsi obtenu et réduit en poudre, d'abord par de l'acide sulfurique étendu, puis par de l'acide nitrique étendu, pour oxider et dissoudre tout le zinc, ce qui ne s'effectue, contrairement à la théorie, que lentement, même à une température élevée. Il reste, comme résidu insoluble, une poudre de platine brut d'un gris-noir, mélangée avec un osmium d'iridium. Cette poudre se comporte comme le platine noir, après qu'elle a été convenablement purifiée au moyen d'une lessive de potasse et de l'eau, et elle a une telle action oxidante qu'elle transforme non-seulement l'acide formique en acide carbonique, et l'alcool en acide acétique, mais encore que l'osmium même qu'elle contient absorbe l'oxygène de l'air, et se dégage peu à peu à l'état d'acide osmique.

Cette méthode de préparer du platine extrêmement divisé, avait déjà été recommandée par Descotil, il y a trente ans, et il a le premier observé que la poudre ainsi obtenue, détonne par la chaleur, comme de la poudre à canon, et que l'acide muriatique détruit cette propriété.

Lorsque l'on humecte avec de l'alcool la poudre de platine préparée par le zinc, elle devient incandescente, et elle laisse dégager de l'acide osmique; mais si on la mélange avec le même liquide, de manière à en faire une pâte, et qu'on mette celle-ci en contact avec l'air en l'étendant

sur un verre de montre, il ne se dégage que de l'acide acétique. C'est là le procédé le plus simple que l'on puisse employer pour purifier l'air d'une chambre.

78. *Sur plusieurs combinaisons nouvelles de PLATINE*; par M. Döbereiner. (Ann. der Phar., tome 17, p. 250.)

On sait que M. L. Gmelin a obtenu le platino-cyanure de potassium en mêlant ensemble une dissolution de chlorure de platine et une dissolution de ferrocyanure de potassium, et que le platino-cyanure de potassium forme dans les dissolutions de protonitrate acide de mercure, un beau précipité bleu de Smalt.

Ce précipité est composé de platino-cyanure de mercure et de protonitrate du même métal. Il détone par la chaleur, en lançant des étincelles. L'acide muriatique le dissout avec dégagement de gaz nitreux et d'acide hydrocyanique, et donne une liqueur incolore qui n'est pas précipitée par le sel ammoniac. L'acide nitrique étendu non bouillant le fait revenir blanc en lui enlevant du mercure, et la matière blanche redevient bleue ou rouge quand on la fait digérer dans une dissolution de protonitrate de mercure.

La substance blanche est un platino-cyanure de mercure contenant

1 at. de cyanure de platine PtCy. . . .	0,48
1 at. de cyanure de mercure HgCy. . . .	0,52

Elle se décompose par la chaleur sans détonation, en laissant 0,38 de platine. Quand on la distille

à une température ménagée, il s'en dégage du cyanure de mercure, et il reste du cyanure de platine; l'acide muriatique la dissout. Les dissolutions des alcalis et des terres alcalines la décomposent, ainsi que la matière bleue, en la transformant en platinocyanure alcalin ou alcalino terreux.

Le cyanure de platine est pulvérulent, d'un beau jaune olive, insoluble dans l'eau, dans les acides et dans les liqueurs alcalines; il laisse par la calcination 0,78 à 0,79 de platine.

Si l'on fait digérer le platinocyanure de mercure dans de l'eau chargée d'hydrogène sulfuré, on le décompose, et il se forme du sulfure de mercure et de l'acide platinocyanique (PtHCy^2), susceptible d'être obtenu par évaporation en cristaux métalliques verts à reflets dorés. Ces cristaux sont déliquescents et solubles dans l'alcool absolu; à 100°C . ils ne subissent aucune altération; mais au-dessus de cette température ils se décomposent en acide hydrocyanique et cyanure de platine.

Le platinocyanure de potassium cristallise en prismes romboïdaux longs et déliés, à reflets jaunes et bleus; il contient 3 at. d'eau et 1 at. de cyanure de chacun des deux métaux: on l'obtient en mêlant une dissolution de cyanoferrure de potassium avec une dissolution de chlorure de platine; et faisant évaporer lentement pour faire cristalliser.

79. *Fabrication du PLATINE MALLÉABLE; par M. Liebig. (An. de Ch., t. 62, p. 443.)*

Au moyen du petit appareil suivant, il est très-facile de se procurer en très-peu de temps du

platine malléable et propre à être façonné en instruments.

C'est un cylindre creux, très-légèrement conique, dont une des extrémités est fermée par une petite plaque métallique très-épaisse. Après avoir décomposé, à une température aussi basse que possible, du muriate ammoniacal-de-platine, on détache avec une tige de bois la *mousse* qui en résulte; on fait avec celle-ci et de l'eau une pâte claire que l'on introduit dans le cylindre, on engage un piston de fer dans ce cylindre; et, après l'avoir pressé d'abord très-légèrement pendant une ou deux minutes, on le comprime ensuite avec une très-grande force. Un anneau de fer, sur lequel on appuie la base du cylindre, permet de retirer avec facilité le morceau de platine, en frappant un coup de marteau sur le piston de fer.

Le platine retiré du cylindre a une très-grande dureté et un aspect métallique brillant. On le fait sécher à une douce chaleur; et, après l'avoir ensuite maintenu à une température blanche pendant un quart d'heure, on le retire rapidement du creuset, et on lui donne un seul coup de marteau; on le reporte au feu quatre ou cinq fois, en ayant soin de n'augmenter que graduellement le nombre de coups de marteau. En moins d'une demi-heure l'opération est entièrement finie, et elle est tellement facile que le résultat est toujours certain.

80. *Sur quelques combinaisons triples de chlorures d'osmium, d'iridium et de platine, avec les chlorures de potassium et d'ammonium; par M. Hermann. (An. de Pog., t. 17.)*

1. *Sel triple de chlorure d'osmium et d'iridium avec le chlorure de potassium.* — Si l'on chauffe avec du chlorure de potassium, le mélange naturel d'osmiure neutre et de sous-osmiure d'iridium, tel qu'il se trouve dans le sable platinifère des monts Oural, et qu'on conduise du chlore sur ce mélange soumis à une température élevée, il se forme une combinaison qui, dissoute dans l'eau et évaporée, laisse des cristaux octaédriques presque noirs. Ces cristaux renferment sur 100 parties :

Iridium.	26,6
Osmium.	13,4
Chlore et chlorure de potassium.	60,0
	<hr/>
	100,0

et correspondent à la formule :



Si l'on mélange ce sel avec un poids égal de carbonate de soude sec, et qu'on chauffe le mélange dans une cornue, une partie de l'osmium s'en va sous forme de bi-oxide et se sublime dans le col de la cornue. Si l'on chauffe le résidu à l'air, l'osmium s'en sépare en plus grande quantité encore. Le sesqui-oxide d'iridium restant ne contient plus qu'une petite quantité d'oxide d'osmium, qu'on peut lui enlever en le faisant digérer avec de l'eau régale, et en chauffant à l'air l'iridium réduit.

2. *Sel triple de chlorure d'iridium et de platine avec le chlorure d'ammonium.* — Ce sel se forme fréquemment à Pétersbourg, dans la manufacture de platine, par l'évaporation du liquide d'où l'on a précipité le platine au moyen du sel ammoniac. On avait cru jusqu'à présent que c'était une combinaison de chlorure d'iridium avec du chlorure d'ammonium; mais il renferme encore, en outre, une combinaison de chlorure de platine avec du chlorure d'ammonium, et une petite proportion de palladium; 100 parties renferment :

Iridium.	31,76
Platine.	10,59
Palladium.	1,25
Chlore et chlorure d'ammonium.	56,40
	<hr/>
	100,00

Ce sel se compose donc :

- de 1 at. de chlorure de platine,
- 3 at. de chlorure d'iridium,
- 4 at. de chlorure d'ammonium,

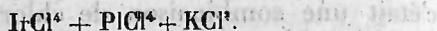
avec de petites proportions d'une combinaison de chlorure de palladium avec du chlorure d'ammonium.

3. *Sel triple de chlorure d'iridium et de platine avec du chlorure de potassium.* — Si l'on fait digérer avec de l'acide hydrochlorique un mélange de platine et de sesqui-oxide d'iridium, le liquide prend une odeur de chlore, et en même temps il se fait une dissolution de chlorure d'iridium et de chlorure de platine dans l'acide. Si l'on ajoute de l'acide nitrique au liquide, la couleur jaune de ce dernier devient rouge de vin; et quand on y a ajouté du chlorure de potassium et qu'on a fait évaporer, il se forme

des cristaux rouge foncé, d'un sel qui, sur 100 parties, renferme :

Iridium.	8,00
Platine.	32,00
Chlore et chlorure de potassium.	60,00

Cela correspond à la formule :



Ainsi que le recommande Berzélius, il ne faut pas, dans les analyses de minerais de platine, négliger de tenir compte de cette manière dont un mélange de sesqui-oxide d'iridium avec du platine se comporte avec l'acide hydrochlorique. Berzélius, en effet, veut qu'on fasse digérer avec de l'acide hydrochlorique, le mélange d'oxide de platine et d'oxide de rhodium et d'iridium, qui reste avec le bicarbonate de soude, après la décomposition de leurs sels alcalins doubles, afin de leur enlever une proportion de potasse, dont les oxides de rhodium et d'iridium se sont chargés. Dans cette opération, l'acide hydrochlorique emporte toujours de l'iridium et du platine, circonstance à laquelle il faut avoir surtout égard, si l'on veut que l'analyse soit exacte.

MÉMOIRE

Sur le moulage de la fonte de deuxième fusion dans le département de la Seine-Inférieure ;

Par M. DE SAINT-LÉGER, Ingénieur des mines.

Ce n'est que depuis peu d'années que la fonte moulée de deuxième fusion a pris rang d'une manière notable parmi les productions du département de la Seine-Inférieure. Jusqu'en 1825, il n'y existait que quatre fonderies de deuxième fusion, livrant à peine annuellement au commerce de 1.000 à 1.500 quintaux métriques de fonte. Ces établissements, engagés dans l'ornière de la vieille routine, n'apportaient aucuns perfectionnements dans leurs procédés, et ne se chargeaient de fabriquer que des pièces simples et de petites dimensions. Leurs produits étaient bien loin de suffire à la consommation des nombreuses usines du pays, qui se trouvaient forcées de faire venir à grands frais, soit de Paris, soit d'Angleterre, toutes les pièces un peu importantes dont elles avaient besoin.

A cette époque, une sorte de révolution dans l'art du fondeur fut opérée, dans le département, par l'établissement à Rouen de deux fonderies nouvelles; celle de MM. James Martin et fils et compagnie, et celle de MM. Barker et compagnie, qui parvinrent à fondre d'une manière supérieure

les pièces les plus difficiles et les plus pesantes. D'autres usines semblables, quoique moins considérables, ne tardèrent pas à se monter successivement, et le département de la Seine-Inférieure possède aujourd'hui neuf fonderies, dont la production annuelle s'élève à plus de 23.000 quintaux métriques. On vient maintenant d'un grand nombre de points de la France demander à Rouen des pièces, dont beaucoup de fondeurs regardent encore le moulage comme impossible, même à Paris.

Les opérations, qui s'exécutent dans une fonderie de deuxième fusion, consistent à refondre de la fonte de fer de première fusion produite par les hauts-fourneaux, et à lui donner mille formes diverses en la coulant dans des moules préparés à l'avance.

Le seul combustible, qui ait jusqu'à présent été employé dans ce pays avec avantage pour produire la fusion de la fonte, est le coke, et chaque fonderie prépare celui qui est nécessaire à sa consommation.

Il suit de là que les travaux exécutés dans une fonderie de deuxième fusion se divisent en trois branches distinctes :

- 1° La fabrication du coke ;
- 2° La fabrication des moules ;
- 3° La fusion de la fonte.

Les parties essentielles d'une semblable usine sont :

- 1° Des magasins ou emplacements pour déposer la fonte brute, la houille, le coke, nécessaires à la fusion des pièces; les sables divers, l'argile, la

houille, le charbon en poudre, qui entrent dans la composition des moules.

- 2° Un ou plusieurs fours à coke.
- 3° Un atelier de préparation des matériaux servant à fabriquer les moules. Il doit contenir un petit manège pour le broyage et le mélange de ces matériaux, et un moulin ou tout autre appareil destiné à réduire séparément, en poudre très-fine, de la houille et du charbon de bois.

4° De vastes ateliers pour la fabrication des moules, dans lesquels s'opère la coulée de la fonte sur place, quand ils sont terminés. Ces moules, en général fort pesants, se composent ordinairement de deux parties au moins qu'il faut enlever, retourner à plusieurs reprises, et replacer très-exactement les unes sur les autres. De plus la coulée a souvent lieu à l'aide de grands chaudières appelées poches, dans lesquels on apporte la fonte liquide; en sorte que ces ateliers doivent contenir des appareils à l'aide desquels il soit facile d'enlever et de transporter de lourds fardeaux dans toutes les directions.

5° Une sécherie où l'on puisse introduire sans peine les moules qu'il est nécessaire de priver entièrement d'humidité, et dans toutes les parties de laquelle il soit possible d'entretenir une forte chaleur.

6° Des fourneaux capables de fondre promptement la quantité de fonte qui doit être employée chaque jour.

7° Une machine soufflante pour hâter la fusion dans les fourneaux.

La fig. 1, Pl. IV, indique les dispositions établies dans la fonderie de MM. J. Martin et fils et compagnie, celle du département de la Seine-Inférieure où les conditions indiquées ci-dessus sont le mieux remplies.

Fabrication du coke.

Toute la houille employée à cette fabrication vient de Newcastle ou de Saint-Étienne. Celle de Saint-Étienne donne un coke très-supérieur, avec lequel les fourneaux se gouvernent mieux et rendent la fonte plus douce : on n'en consomme cependant pas une très-grande quantité, à cause de l'élevation de son prix. On l'achète en gros, rendue à Rouen, de 4 fr. 50 c. à 4 fr. 60 c. l'hectolitre comble, pesant environ 90 kilog., ou 5 fr. 5 c. le quintal métrique; je n'ai pas pu savoir les proportions respectives des divers éléments qui composent ce prix.

Quant à la houille de Newcastle, voici le détail du prix de revient d'un envoi assez récent, et qui peut être considéré comme une moyenne :

47 chaldrons à 17 shillings 6 sous.	liv. sh. s.	44	2	5
Droits de sortie $\frac{1}{2}$ p. cent.	0	4	0	
Droits de ville à 2 sous.	0	7	10	1 9 4
Timbres et ports de lettres.	0	17	6	
		42	11	10
Commission 2 p. cent.			17	»
Total.		43	8	10

Laquelle somme, au change de 25 fr. 60 c., donne 1,112,10 fr. c.

Frais en France,

Assurance.	18,00	
Frêt et remorquage	2.634,80	
Droits sur 47 chaldr. = 129.145 kil.	1.430,40	4.619,90
Débarquement et mesurage.	210,65	
Octroi sur 1.436 hect. = 129.145 kil.	316,05	
Menus frais.	10,00	
		5.732,00

Environ 4 fr. l'hectolitre comble, ou 4 fr. 44 c. le quintal métrique.

La transformation en coke s'opère dans deux fours accolés (*Pl. IV, fig. 2 à 4*).

Cette opération ne peut nullement être présentée comme un modèle à suivre pour la fabrication du coke, parce que les fours sont disposés de manière à chauffer en même temps une sécherie, partie fort importante d'une fondrière de deuxième fusion. On gouverne la combustion de la houille de manière à donner à la sécherie toute la chaleur qui lui est nécessaire, en sorte que le produit en coke est toujours de beaucoup inférieur à celui que l'on obtiendrait si l'on n'avait que sa fabrication pour but. Ce produit est assez variable, parce que, selon le nombre et l'importance des moules que l'on veut faire sécher à la fois, la sécherie a besoin de plus ou moins de chaleur.

Voici le résultat moyen de trois vérifications que j'ai faites :

Charge totale des deux fours, en houille exposée depuis quelques semaines, en tas, à l'air libre, 65^{deni-hect. comb.} = 2754 kil. représentant en houille desséchée dans la sécherie 2707

Produit en coke 1649
ou environ 59 p. 100 de la houille humide,
et 61 p. 100 de la houille sèche,

au lieu de 68,68 (*Voyez Chimie appliquée aux arts, de Dumas, tome I, p. 608*), que l'on aurait pu obtenir par une bonne opération consacrée exclusivement à la fabrication du coke.

On doit conclure de ce résultat que sur 100 kil. de houille de Newcastle, passés aux fours dont le plan est indiqué ci-dessus, 86 sont nécessaires à la fabrication du coke, et 14 sont employés à la dessiccation des moules, en sus de la chaleur développée par la carbonisation des 86 kil.

La durée de la cuisson de chaque fournée varie de 36 à 40 heures.

Un seul homme suffit à la conduite du feu dans les deux fours. Quatre manœuvres aident pour la charge et la décharge, opérations qui durent chacune d'un quart d'heure à une demi-heure.

La houille employée, ne contenant pas de très-gros morceaux, est mise dans les fours à coke sans aucune préparation. La charge d'un four est de 32 à 33 demi-hectolitres, formant sur la sole un lit de 3 à 4 décimètres d'épaisseur. Cette masse ne tarde pas à entrer en combustion par la seule chaleur du four. Au bout de 30 à 36 heures, le soufre contenu dans la houille est expulsé, et le charbon se trouve suffisamment épuré; mais on continue encore le feu pour que le coke s'affaisse et prenne plus de densité.

On a soin de conduire les fours de manière à ce que les mêmes opérations se fassent dans chacun d'eux à 20 ou 24 heures de distance, afin d'avoir toujours une température suffisamment élevée dans la sécherie.

Fabrication des moules.

Les conditions indispensables auxquelles chaque moule doit satisfaire sont : 1° qu'il présente exactement la forme de l'objet à mouler; 2° qu'il ait une consistance suffisante pour que la fonte liquide puisse y être introduite et le remplir en entier sans en altérer les formes; 3° enfin il faut, et ceci est la condition la plus difficile à obtenir, que l'air qui occupe l'intérieur du moule avant l'introduction de la fonte et les gaz qui prennent naissance lorsque cette introduction a lieu, puis-

sent toujours trouver de faciles issues. Ces gaz, lorsqu'ils ne s'échappent pas librement, se dilatent par la forte chaleur produite au moment de la coulée, et peuvent donner lieu à des explosions qui brisent les moules; un accident moins grave, mais qui se présente beaucoup plus souvent dans la pratique, résulte de l'introduction dans la fonte encore liquide de quelques bulles de gaz qui, ne trouvant pas d'issue, pénètrent dans la masse, produisent ce que l'on appelle des soufflures et rendent les pièces défectueuses.

La nécessité de satisfaire aux conditions qui viennent d'être énoncées, et l'économie qui ne doit jamais être perdue de vue dans la fabrication en grand, ont conduit à adopter, selon les cas, trois modes distincts de construction des moules.

De là le moulage : 1° en sable vert;

2° En sable recuit;

3° En terre.

L'énumération des divers moyens que l'on emploie pour fabriquer toutes sortes de moules serait impossible à faire, surtout dans un rapport tel que celui-ci. Ces moyens varient à l'infini avec la forme des pièces que l'on veut mouler, et l'adresse; la sagacité du fondeur, doivent suppléer aux règles générales qu'il est impossible de tracer de manière à embrasser tous les cas. Je me bornerai donc à exposer pour chaque espèce de moulage ce qu'il y a de commun à toutes les opérations; puis je décrirai la fabrication de quelques-uns des moules que je croirai les plus propres à donner sur l'art du mouleur des idées susceptibles d'être généralisées.

Moulage en sable vert. — On appelle sable vert un mélange de sable sortant de la carrière,

avec environ un douzième en volume de houille réduite en poudre, et contenant un certain degré d'humidité, de manière à donner un composé poreux et susceptible de conserver les formes des objets qui y sont imprimées. Ce sable doit être un peu argileux, et généralement de la grosseur d'une petite tête d'épingle.

La proportion d'un douzième de houille doit varier selon la nature du sable employé; l'expérience seule apprend à la modifier de manière à faire obtenir des pièces de fonte dont les surfaces soient saines et unies.

Il paraît qu'avec la plupart des espèces de sable, la présence de la houille est indispensable. Ceux qu'on emploie à Rouen sont des sables de Houpeville, canton de Maromme. Ils reviennent à 14 ou 15 fr. le banneau, contenant 1^{m.}^{o.} 50.

Quand le mélange de charbon et sable a servi à la confection d'un moule et qu'on y a coulé de la fonte, il ne peut plus être employé seul qu'à mouler des pièces tout à fait grossières, et on ne s'en sert ordinairement que comme remplissage, ainsi que je vais l'exposer.

Pour mouler une pièce quelconque en sable vert, il faut avoir d'abord ce qu'on nomme un *modèle* de la pièce; c'est une représentation exacte de l'objet à mouler, exécutée en bois ou en fonte. Les modèles en fonte sont beaucoup meilleurs que ceux en bois, parce qu'ils ne sont point sujets à se gauchir, et qu'ils ne gonflent pas en absorbant l'humidité du sable tassé autour d'eux. Ces modèles, excepté ceux en fonte, ne sont pas faits dans les fonderies.

Il faut ensuite une paire de châssis servant comme d'enveloppe au moule. Ces pièces, qu'on

faisait autrefois en bois, sont maintenant toujours en fonte; elles forment une partie essentielle et dispendieuse du matériel d'une fonderie, leur nombre devant être très-considérable.

Un châssis est une sorte de boîte rectangulaire en fonte, sans fond ni couvercle, dont les deux plus grands côtés sont réunis par une série de traverses en fonte, parallèles entre elles et distantes les unes des autres de 15 à 25 centimètres.

Les deux châssis, qui réunis forment une paire, portent des oreilles se correspondant exactement. Les unes sont percées de trous, les autres sont munies de pointes qui entrent juste dans ces trous, et peuvent être fixées ensuite à l'aide de petites clavettes, de façon que chaque paire forme alors un tout solide et invariable. Les côtes ou traverses sont disposées de manière que, lorsque la paire est ainsi réunie, il existe dans l'intérieur un vide capable de contenir très-facilement le modèle de la pièce à mouler.

Le moule se construit avec du sable tassé dans les châssis, où il est retenu par le frottement contre les faces latérales et contre les traverses.

S'il s'agit de former ce moule, on prend une paire de châssis convenable que l'on désunit et dont on place les deux parties n^o 1 et n^o 2 sur le sol de la fonderie. On jette du sable vert à la pelle dans le n^o 1 de manière à le remplir et on le tasse assez négligemment avec un instrument en fer appelé fouloir. Le but de cette opération est de former une aire plane sur laquelle on pose le modèle en l'enfonçant légèrement et plus ou moins selon sa forme. On le recouvre de sable et on pose le châssis n^o 2 sur le n^o 1 comme pour reformer la paire. On achève de remplir le n^o 2 en tassant le

sable avec soin ; puis on retourne tout l'appareil, le n° 2 se trouve alors sur le sol. On enlève verticalement le n° 1, qui emporte avec lui l'aire de sable formée en commençant l'opération. Le modèle reste engagé dans le sable du n° 2, qui s'est exactement moulé sur une grande partie de sa surface. Le mouleur raffermir ce sable dans les parties qui avoisinent le modèle, en y versant un peu d'eau, et appuyant sur les parties mal formées avec de petites truelles en fer de diverses espèces. Il saupoudrè ensuite toute la surface visible du modèle et du sable qui l'entoure avec un peu de sable très-fin, fortement desséché et passé au tamis, afin d'éviter l'adhérence quand il replacera le châssis n° 1.

Il détruit l'aire préparatoire formée dans ce châssis ; recouvre le modèle de sable vert, replace le châssis n° 1 sur le n° 2 pour reformer la paire, et achève de remplir et tasser le n° 1, comme il a fait précédemment pour le n° 2. Cette opération a pour but d'obtenir très-exactement en creux, dans le châssis n° 1, la forme de la partie du modèle imprimée grossièrement sur l'aire établie au commencement, et qui ne devait servir qu'à soutenir le modèle et le sable jeté par-dessus, jusqu'à ce qu'on l'eût tassé dans le n° 2.

Les deux châssis, dans leur dernière position avec le sable qu'ils contiennent, peuvent donner l'idée d'une boîte dont le n° 1 serait le couvercle, et dont l'intérieur s'ajusterait exactement sur le modèle qui y serait enfermé.

Si l'on ouvre cette boîte, qu'après avoir retiré le modèle on la referme, qu'on y coule de la fonte liquide qui remplisse exactement le vide et s'y solidifie, on aura évidemment atteint le but

qu'on se proposait, de produire une pièce de fonte semblable au modèle. Mais bien des précautions sont encore nécessaires pour arriver à ce point. Il faut d'abord ménager à travers la masse de sable du châssis n° 1 une ou plusieurs ouvertures pour l'introduction de la fonte ; quand une seule est indispensable on en pratique presque toujours une seconde, convenablement placée pour donner issue à l'air. On coule la fonte à la fois par plusieurs points quand la pièce a une grande étendue et peu d'épaisseur, afin qu'elle arrive toujours chaude et suffisamment liquide à toutes les extrémités.

Il faut encore cribler de petits trous percés avec des fils de fer, et traversant toute la masse de sable des deux châssis, les parties qui avoisinent le modèle, afin de rendre le moule plus poreux et de faciliter la sortie de l'air et des gaz formés pendant la coulée. Puis, avant d'enlever le châssis n° 1 pour retirer le modèle, il faut le *décotter*, c'est-à-dire l'ébranler légèrement, sans quoi le sable qui l'enveloppe y resterait adhérent dans plusieurs points, et l'opération ne réussirait pas. Les secousses se donnent à l'aide d'une ou de plusieurs tiges de fer qui ont été vissées verticalement sur le modèle avant de tasser définitivement le sable dans le châssis n° 1, ou qui entrent simplement dans des trous que porte ce modèle. Ces tiges sont assez longues pour dépasser le sable quand le châssis est rempli, et c'est à leur partie supérieure qu'on frappe horizontalement à coups de marteau, dont la force est réglée sur la pesanteur et l'étendue du modèle. On retire ensuite les tiges en les enlevant verticalement, puis on soulève le châssis n° 1 qui se sépare nettement du modèle. On enlève

le modèle lui-même, en le soulevant à la fois par toutes ses extrémités, à l'aide de vis qu'on y ajuste au moment même. Cette manœuvre est presque toujours exécutée par plusieurs hommes qui, en enlevant le modèle d'une main, le frappent de l'autre à petits coups redoublés pour détacher entièrement le sable dans lequel il est presque toujours beaucoup plus engagé qu'il ne l'était dans celui du châssis n° 1.

Malgré ces précautions, il se fait toujours quelques dégradations dans l'une ou l'autre des deux parties du moule; elles sont immédiatement réparées par l'ouvrier avec du sable humide, qu'il pose et tasse légèrement avec ses truelles, de manière à rétablir les formes endommagées.

J'ai parlé jusqu'ici, pour plus de clarté, comme si tout le sable tassé dans les châssis était d'une seule espèce; mais par économie, dans la pratique, on ne forme, avec le mélange désigné au commencement de cet article sous le nom de *sable vert*, que les parties qui avoisinent le modèle, sur 2 à 3 centimètres d'épaisseur; tout le reste, qui n'est que remplissage, se compose de sable qui a déjà servi à de précédents moulages, et que l'on prend sur le sol même des ateliers. On conserve ordinairement le nom de *sable vert* à toute la masse, et l'on appelle alors *sable neuf* le mélange qui forme les parois intérieures du moule.

J'ai admis aussi que chacun des châssis n° 1 et 2, formant le dessus et le dessous du moule, était d'une seule pièce; mais il arrive souvent que, s'il en était ainsi, on ne pourrait pas séparer les deux châssis, ou enlever le modèle sans arracher et détruire entièrement quelques parties du moule:

Les châssis se font alors en plusieurs pièces, qui s'ajustent exactement les unes contre les autres.

Lorsque le moule, séparé en deux parties, est convenablement réparé, on saupoudre sa surface intérieure avec du charbon de bois réduit en poudre très-fine, et renfermé dans un petit sac de toile qu'on secoue à la main. Le charbon ne tombe qu'après avoir tamisé à travers le tissu du sac; il s'attache également sur toute la surface, qu'on a eu le soin d'arroser légèrement à l'avance. On lisse à la truelle et à sec la couche très-mince de charbon ainsi formée. Souvent, pour mettre moins de charbon, on ajoute, après coup, une couche de sable blanc très-sec et réduit en poudre presque impalpable, qu'on répand de la même manière que le charbon.

On replace les deux châssis l'un sur l'autre très-exactement, à l'aide des fiches en fer que portent les oreilles; on les cale ou on les charge de poids considérables; et le moule est terminé, il ne reste plus qu'à y introduire la fonte.

Lorsque la pièce à couler est grossière et qu'on ne tient pas à ce que ses surfaces sortent bien lisses du moule, on supprime l'addition de la couche de charbon et de sable fin.

Moulage en sable recuit. — La partie mécanique du moulage en sable recuit est absolument la même que celle du moulage en sable vert. Le moule se construit encore sur un modèle dont l'empreinte est prise sur des surfaces de sable soutenues par des châssis en fonte, que l'on réunit en définitive comme on l'a vu précédemment.

Toutefois, lorsque les pièces à couler sont considérables, et surtout lorsqu'elles ont une certaine hauteur verticale, la pression exercée par la fonte

sur les parois du moule ne pourrait plus être contenue par la force de cohésion que le sable a acquise, soit par le recuit, soit par le tassement contre les diverses parties des châssis. On adapte alors à chacun de ces châssis un fond solide, comme ses quatre faces latérales, mais criblé de trous pour donner passage aux gaz. Il ne fait pas corps avec le reste du châssis, il s'y ajoute après coup avec des oreilles et boulons à clavettes ou écrous. Cette addition est surtout nécessaire lorsque l'on coule les pièces *debout*, c'est-à-dire en plaçant verticalement la plus grande dimension du moule, ainsi qu'on le verra dans l'article suivant, sur le moulage en terre.

Le sable qui sert à construire les moules en sable recuit est différent de celui qu'on emploie dans le moulage en sable vert, on n'y mêle pas de charbon dans les fonderies du département de la Seine-Inférieure; on en met cependant quelquefois dans d'autres localités.

Quand un moule est construit, au lieu d'y couler immédiatement la fonte, on le porte dans la sécherie, où il reste pendant vingt-quatre heures au plus, exposé à une chaleur qui lui enlève toute l'humidité qu'il pouvait contenir. On dit alors que le sable du moule est recuit.

L'expérience du mouleur lui apprend à mélanger les divers sables dont il peut disposer, de manière à ce que la masse du moule sortant de la sécherie conserve sa forme et présente le plus possible de porosité.

Les moules ainsi formés donnent bien plus facilement issue à l'air et aux gaz que ceux en sable vert; les pièces de fonte qui en sortent sont plus lisses, moins bulleuses.

Souvent, pour obtenir une pièce de fonte on combine le moulage en sable recuit, soit avec celui en sable vert, soit avec le moulage en terre; c'est-à-dire que les diverses fractions d'un même moule sont faites en partie par l'un des procédés, en partie par l'autre.

Moulage en terre. — Ce genre de moulage s'exécute sur le dessin des pièces à mouler, et sans qu'il soit besoin de faire à l'avance un *modèle*; on forme le moule avec ce que l'on nomme de la *terre*, en langage de fondeur. C'est un mélange pâteux, préparé avec de l'argile, de l'eau, du sable et de la bourre, ou poil de vache, pétris ensemble dans un petit manège. Il est très-important de faire les mélanges en proportions convenables, qui varient selon que la forme des moules à produire exige dans la pâte une ténacité, une porosité plus ou moins grandes.

Le poil qui se trouve disséminé dans l'argile donne à celle-ci beaucoup de consistance quand elle est bien séchée.

Lorsque la pâte doit être très-légère, on y ajoute du crotin de cheval ou de la paille hachée.

Pour expliquer le procédé qu'on suit dans la fabrication des moules, je prendrai un exemple simple, soit celui d'une chaudière à sucre (*Pl. V, fig. 1*). On établit horizontalement sur le sol une plate-forme annulaire en fonte *ab* (*fig. 2*); on appuie au centre *c* l'extrémité inférieure d'un arbre vertical disposé de manière à pouvoir tourner librement sur lui-même, en faisant décrire à l'arc *ef* (*fig. 3*) d'un panneau de bois, une surface de révolution identique avec la surface intérieure renversée de la chaudière qu'on veut mouler. La ligne *eg* du

panneau est dressée de manière à décrire la surface du bord de la chaudière. On construit alors sur la partie $adbd$ (fig. 2) de la plate-forme en fonte, avec des briques posées soit à plat, soit de champ, et de la terre, une espèce de dôme hik (fig. 3), de 2 à 4 pouces d'épaisseur, selon la grandeur et le poids de la pièce à mouler. La surface extérieure du dôme doit être distante partout de 2 pouces au moins de la surface décrite par l'arc ef ; avant d'élever le dôme en briques jusqu'au point i , on place de la houille sur le sol dans l'intérieur, afin d'établir plus tard en ce point un foyer pour dessécher le moule. On ferme alors la voûte en ne laissant plus en i , autour de l'arbre vertical de révolution, qu'une très-petite issue. Cette ouverture, ainsi que quelques autres que l'on ménage au-dessous des bords de la plate-forme en fonte, permettent au mouleur d'allumer le feu quand cela est nécessaire, et de le graduer de manière à le faire durer sans renouveler le charbon, jusqu'à ce que le moule soit entièrement terminé et séché. La combustion doit toujours être extrêmement lente.

On étend sur le dôme en briques une couche de terre d'une consistance pâteuse. On la tourne avec le panneau gef , et l'on obtient une surface raboteuse, qu'on enduit d'une couche de terre beaucoup plus molle; on tourne encore avec le panneau, et il se produit une surface lisse, sur laquelle viendra se mouler la partie intérieure de la chaudière. La ligne eg a tracé, dans sa révolution, une sorte d'épaulement ou rebord m . Le moule étant dans cet état, on allume le feu et on laisse sécher, puis on enduit toute la surface extérieure avec une sorte de peinture formée d'eau, de

poussière de charbon de bois et de très-peu d'argile. Cette opération se fait avec un large pinceau. Elle a pour but d'empêcher l'adhérence entre la surface déjà séchée et les couches d'argile qui vont être appliquées sur elle. Le panneau gef est alors enlevé et remplacé par un autre $g'e'f'$ (fig. 4), dont le bord $e'f'$ décrit la surface extérieure de la chaudière. On étend sur la surface ef une couche de terre, qui est tournée et lissée de manière à produire la surface de révolution $e'f'$, comme on avait fait pour la surface ef ; seulement dans ce cas-ci, la ligne $e'g'$ du panneau ne forme pas de nouvel épaulement, elle frotte légèrement sur m .

La couche de terre comprise entre les deux surfaces ef , $e'f'$ est une représentation exacte de la chaudière qu'on veut obtenir. Lorsque cette couche est bien séchée par la chaleur du foyer, qui continue à brûler intérieurement, on l'enduit de la même peinture dont il a déjà été fait mention. On enlève l'arbre vertical, en laissant subsister au dôme le trou par lequel il passait, ce qui continue à favoriser la combustion du charbon placé à l'avance dans l'intérieur, puis on pose horizontalement sur les oreilles de la plate-forme dd (fig. 5) une nouvelle plate-forme annulaire pq , semblable à la première, avec cette différence qu'elle est un peu plus grande, et qu'elle ne porte pas de traverse.

La position relative des deux plates-formes est représentée au plan fig. 6.

On applique sur la surface $e'f'$ (fig. 5) une nouvelle couche de terre de 2 pouces d'épaisseur, et dont la partie extérieure est lissée grossièrement à la main. Puis on construit sur la plate-forme pq

une voûte en briques, dont la surface interne s'applique contre la couche de terre. Celle-ci contracte une forte adhérence avec les briques qui absorbent une partie de son humidité, tandis que la couche de peinture étendue sur la surface *ef* l'empêche de s'attacher aux couches de terre qui l'ont précédée. La voûte de briques doit être construite solidement.

On laisse sécher toute la masse en continuant le feu, dont le courant d'air est entretenu à l'aide d'une petite ouverture ménagée à la partie supérieure du nouveau dôme; puis, quand tout est convenablement sec, on repaire les deux plates-formes, et on enlève *pq*, en ayant soin de la maintenir dans une position à peu près horizontale.

Sur cette plate-forme s'enlève la dernière voûte en briques, et la couche de terre qui la précède. Celle-ci représente intérieurement le moule exact de la surface *ef'*, ou de l'extérieur de la chaudière. On brise la croûte comprise entre *ef* et *ef'*, opération qu'il est facile de faire sans endommager la surface *ef*, qui représente exactement la surface intérieure de la chaudière, ni l'épaulement *m* qui en forme le bord. L'ouverture verticale, qui donnait passage à l'arbre de rotation quand il était en place et au courant d'air du foyer intérieur, est bouchée, et l'on ne conserve cette ouverture que dans la partie du moule enlevée avec *pq*: c'est par-là qu'on versera la fonte lors du moulage. Les deux plates-formes sont replacées l'une sur l'autre bien exactement à l'aide de repaires, et le moule est formé; il ne reste plus qu'à y couler la fonte pour obtenir la chaudière.

Lorsque l'objet à mouler présente des formes plus compliquées que celui que j'ai choisi pour rendre les explications plus faciles, c'est toujours par des procédés analogues que se construisent les moules en terre, mais il faut que la sagacité du mouleur découvre des moyens de rendre possibles des opérations qui, au premier abord, paraissent inexécutables. Ainsi, quand les formes des surfaces intérieure et extérieure ne permettent pas qu'on les sépare l'une de l'autre, chacune en une seule pièce, on les exécute en plusieurs, exactement réparées les unes avec les autres. Souvent on est obligé d'employer plus de deux anneaux ou plates-formes en fonte, comme ceux indiqués ci-dessus. Quand au lieu de surfaces de révolution il faut tracer des surfaces ovales ou anguleuses, on n'établit pas d'arbre vertical, mais des guides en bois ou en fonte, qu'on exécute exprès, et le long desquels on fait glisser un panneau découpé sur le dessin de la pièce. Les formes à donner aux parties en briques sont souvent fort plates ou contournées diversement, alors on leur donne de la solidité, soit avec du fil de fer, soit avec des tirants ou des pattes en fer que la pratique apprend à disposer d'une manière convenable.

En général, ce sont les pièces les plus difficiles que l'on moule en terre; mais souvent, ainsi que je l'ai déjà dit, les diverses parties d'un même moule sont faites, les unes en sable, les autres en terre; on fait le plus ordinairement en terre ce qu'on appelle les *noyaux* des pièces. C'est la représentation des parties creuses de ces pièces; ainsi, dans l'exemple que j'ai choisi pour mes explications, la partie du moule, représentée *fig. 3*, pourrait être appelée le noyau. On réserve toutefois

plus spécialement ce nom pour les parties beaucoup plus allongées que celle-là. Elles doivent souvent être ajustées après coup dans l'intérieur du moule, qui représente la surface extérieure de l'objet à produire. La principale difficulté consiste alors à poser ce noyau bien à sa place, et à le fixer de manière à ce qu'il ne puisse pas remuer pendant que l'on coule la fonte. Voici quelques détails, d'abord sur la manière de fabriquer le noyau, et ensuite sur les moyens employés pour l'assujettir d'une manière invariable, dans le cas d'une cornue pour la fabrication du gaz, représentée *fig. 7*. Tous les noyaux de dimensions un peu considérables étant construits d'une manière analogue, ces explications suffiront pour indiquer la manière de procéder dans un très-grand nombre de cas. Le noyau de la cornue doit avoir la forme *eeee*, et présenter une grande consistance, attendu qu'il ne peut être fixé au moule extérieur, pour la coulée, que dans la partie sortant de la cornue vers *mm*. Il faut qu'il soit modelé en terre sur une pièce de fonte que l'on appelle *lanterne*, et qui doit être fabriquée exprès pour cette opération. La lanterne est un cylindre ou un tronc de cône creux en fonte d'environ 6 lignes d'épaisseur, et d'une forme différente pour chaque sorte de noyau. La surface est criblée de trous de 5 à 6 lignes de diamètre; il est monté, à l'aide de croisillons en fer, sur un axe aussi en fer, qui le traverse dans toute sa longueur. La *fig. 8* représente une section horizontale par l'axe du noyau; *gh* est l'axe de la lanterne, représentée elle-même en *ikki*; *io* est une espèce de rebord ou plateau perpendiculaire à l'axe, ouvert en *ii*, faisant corps avec la lanterne, et dont la circonférence *oo* présente une

courbe semblable à la section du noyau, faite perpendiculairement à son axe. Nous verrons tout à l'heure les deux usages auxquels le plateau est destiné. L'axe *gh* est posé sur deux tourillons, et des manivelles sont placées à chacune de ses extrémités pour faciliter la manœuvre pendant la fabrication du noyau. On enroule sur toute la surface de la lanterne, depuis le point *h* jusqu'au collet formé par le plateau, une corde de la grosseur du doigt, faite avec du foin assez fortement tordu. On forme ainsi une, deux ou trois couches de cette espèce d'enveloppe, selon la grosseur du noyau par rapport à la lanterne; puis on étend de la terre sur le foin, et on lui donne exactement la forme que doit avoir le noyau, en maintenant à la main une planche convenablement entaillée contre le plateau *oo*, et un autre plateau qu'on ajuste momentanément vers *h*, tandis qu'à l'aide des manivelles on donne un mouvement de rotation à tout l'appareil.

Le foin interposé entre la lanterne et la terre, qui est comme la croûte du noyau, a pour effet de faciliter l'adhérence de cette terre avec la fonte qui forme la lanterne, et de livrer passage, jusqu'aux trous qui criblent la surface de cette lanterne, à l'air qui doit s'échapper pendant la coulée.

Quand ce noyau est achevé et qu'il a passé à la sécherie, on enlève l'axe *gh*, puis on bouche avec de la terre la petite ouverture qu'il a laissée au point *h*. Cette manœuvre se fait en soutenant le noyau par les bords du plateau, et le tenant ainsi dans une position verticale. Il est alors prêt à être introduit dans le moule de la pièce.

Ce moule, exécuté en sable recuit, se compose de trois pièces, dont deux, absolument semblables,

entre elles, sont représentées (*fig. 9*) en *p q*, la troisième est indiquée en *r s*.

Les deux parties semblables *p q* présentent chacune la moitié longitudinale de la partie à peu près cylindrique de la surface extérieure de la cornue à gaz; de manière que, lorsqu'elles sont rapprochées, le cylindre est formé; *r s* contient en creux l'espèce de demi-sphère qui forme le bout de la cornue, en sorte qu'en ajoutant cette partie du moule au bout des deux autres, l'appareil formé présente dans son intérieur le moule exact de la surface extérieure de la cornue; et, de plus, une partie vide cylindrique *t t* dont l'axe est le même que celui du cylindre *u u*, et dont la surface prolongée serait partout distante de la surface *u u* d'une quantité égale à l'épaisseur qu'on veut donner à la cornue. Le diamètre du cylindre *t t* est précisément égal à celui du noyau, qui a une forme légèrement conique, afin de pouvoir entrer facilement dans cette ouverture *t t*, et de la boucher très-exactement quand il y est introduit jusqu'au collet.

Les trois parties du moule et le noyau étant préparés, on réunit d'abord les deux pièces *p q*; et on les soutient dans une position verticale; puis on descend le noyau dans l'ouverture *t t* (*fig. 10*). Quand le plateau *o o* du noyau est appuyé sur le moule, on vérifie si le bout du noyau est bien partout également distant du bord de la surface extérieure *u u*, et on s'assure qu'il ne dépasse pas trop la ligne *q q*. En cas de quelque inexactitude, on rectifie avec de légères cales en fer placées sous le bord du plateau *o o*; puis, à l'aide d'une croix en fonte et d'écrous *v, v*, on fixe le noyau de manière à le rendre invariable. On des-

cent tout l'appareil sur *r s*, et l'on fixe avec des boulons et écrous la surface plane *q q* sur *r r*; puis on introduit la fonte liquide par une ouverture *z*, qui a été ménagée à la partie supérieure du moule.

Quand, au lieu de l'exemple que j'ai choisi, le noyau de la pièce à mouler doit traverser d'outre en outre le moule de la surface extérieure, comme cela arrive, par exemple, pour un tuyau ouvert aux deux bouts, le cas est plus simple, parce qu'on peut facilement ajuster et fixer le noyau par ses deux extrémités.

Dans l'exemple que j'ai choisi, la fonte est coulée dans le moule placé debout. Cette position est importante à observer dans les deux dernières espèces de moulage que j'ai indiquées (1); en effet, tous les corps étrangers qui peuvent souiller la fonte pendant la coulée, le sable, le charbon, les gaz, les scories, étant d'une moindre densité qu'elle, s'élèvent constamment à la surface. Lors donc que l'on coule *debout* une pièce de fonte de forme allongée, on est à peu près certain que toutes les parties inférieures seront parfaitement saines. S'il y a quelques *soufflures*, elles se trouveront dans le haut; on a donc soin de poser le moule de manière que la partie où la plus grande pureté dans la fonte est nécessaire se trouve en bas. La pression opérée en ce point par le poids même de la fonte contribue beaucoup à augmenter la tenacité. Quand il est absolument

(1) On ne coule jamais *debout* les pièces à fondre en sable vert. Les parois des moules n'auraient pas la consistance nécessaire pour n'être pas dégradées lors de la coulée.

nécessaire que toutes les parties de la pièce soient entièrement saines, comme dans les arbres de couche, par exemple, le moule est prolongé vers le haut de manière à recevoir un excès de fonte lors de la coulée; il se forme en ce point une *masselotte* où vont se réunir les impuretés de la fonte, et que l'on sépare après coup.

Plusieurs raisons s'opposent malheureusement à ce que les pièces soient coulées debout lorsqu'elles ont une grande longueur.

D'abord les frais pour la disposition du moule sont beaucoup plus considérables; la pression qui a lieu contre les parois de ce moule, à sa partie inférieure après la coulée de la fonte et avant sa solidification, est parfois énorme, et il faut avoir recours à des moyens puissants pour la contenir.

Ensuite il faut que le sol de la fonderie permette d'y enfoncer verticalement les moules jusqu'à ce que leur niveau supérieur se trouve un peu au-dessous des orifices des fourneaux par où se fait la coulée. C'est pour cette raison que dans les fonderies bien organisées les ateliers de moulage contiennent de grandes fosses dans les parties voisines des fourneaux.

En général, c'est la qualité nécessaire à la pièce que l'on veut fondre qui détermine le choix du moulage en sable vert, en sable recuit ou en terre.

La fonte en sable vert est toujours un peu bulleuse et à surface peu unie. Celle en sable recuit est meilleure.

Enfin celle en terre est supérieure encore.

La main-d'œuvre augmente beaucoup de l'un de ces modes de moulage au suivant; mais il est impossible de dire dans quelle proportion, parce

que les éléments changent avec les formes de chaque pièce, et que très-souvent le même moule réunit, ainsi que je l'ai dit, des parties formées, les unes en sable, les autres en terre. Il est essentiel d'observer, en terminant ce qui est relatif au moulage, que le fondeur ne doit jamais perdre de vue l'effet du retrait de la fonte par le refroidissement. Le moule doit donc toujours être plus grand que l'objet à obtenir. Cet effet serait parfois assez considérable pour opérer la rupture de quelques parties des pièces, si l'on n'avait pas le soin de détruire le moule quand cela est nécessaire, aussitôt que la pièce encore très-chaude a acquis assez de tenacité pour ne pas se déformer.

On compte en général sur un retrait linéaire de une ligne et demie par pied, ou environ 10^{mm},5 par mètre.

Fusion de la fonte.

La fusion de la fonte s'opère dans des fourneaux dits à la Wilkinson, de grandeurs diverses, mais tous à peu près semblables. La *fig. 11* représente en plan, coupe et élévation, l'un de ces fourneaux, de la plus grande dimension. Il peut contenir à la fois 5.000 kilogrammes de fonte en fusion.

Pour opérer la mise en feu, on place un peu de bois et de copeaux dans le fond du fourneau, l'orifice *c* étant ouvert, et on remplit le fourneau jusqu'au gueulard avec du coke. On allume en *c*, puis au bout d'un quart d'heure ou d'une demi-heure, quand la masse de combustible est suffisamment embrasée, on met les tuyères en activité. La flamme s'échappe alors du fourneau

par le gueulard et par l'orifice *c*, que l'on a laissé ouvert à dessein pour le consolider par la chaleur. Sans cette précaution les parois, qui sont refaites en sable argileux après chaque jour de fonte, ne présenteraient pas la résistance nécessaire; un quart d'heure après on bouche l'orifice avec un tampon d'argile humide, et quelquefois, lorsque le fourneau doit contenir une grande masse de fonte en fusion, on maintient le tampon d'argile à l'aide d'une petite plaque de fonte fixée au fourneau. Jusqu'à la mise en mouvement de la machine soufflante, les ouvertures *g, g, g* avaient été tenues fermées. On ouvre à mesure que cela est nécessaire celles par lesquelles les tuyères doivent être introduites, en commençant toujours par le bas, et exhaussant les tuyères à mesure que le niveau de la fonte en fusion s'élève dans le fourneau. Le même fourneau reçoit à la fois depuis une jusqu'à six tuyères, par lesquelles le vent est lancé à l'aide d'un ventilateur à force centrifuge. (Voir p. 89 les expériences faites dans le but d'apprécier la quantité d'air qui est lancée par cette machine, dans les différents cas qui peuvent se présenter.)

Il ne paraît pas encore bien constaté qu'il y ait avantage sous le rapport de la conduite des fourneaux à employer à la fois pour chacun plus de deux tuyères, que l'on place symétriquement en face l'une de l'autre. Leur diamètre varie de 10 à 13 centimètres. Elles sont cylindriques ou très-légèrement coniques.

Peu de minutes après que les tuyères ont commencé à souffler, le coke baisse dans le fourneau, et l'on commence à charger alternativement en coke et fonte brute, sans aucune autre

addition. Il pourrait être avantageux, à ce que pensent les fondeurs, d'ajouter un peu de castine; mais ils n'en ont pas encore trouvé de bonne dans le pays, et ne voient pas grand inconvénient à s'en passer.

La fonte commence à entrer en fusion environ 20 minutes après son introduction dans le fourneau.

Les charges ont lieu de 10 en 10 minutes à peu près.

Chacune d'elles contient de 100 à 270 kilogrammes de fonte, et une quantité de coke déterminée approximativement par la réduite indiquée ci-après. Ces charges varient selon la grandeur du fourneau et la promptitude avec laquelle on veut conduire l'opération. La fonte a été brisée préalablement en morceaux pesant au plus 7 à 8 kilogrammes.

Lorsqu'on veut couler de fortes pièces dans la fonderie de MM. J. Martin et fils et compagnie, on fait marcher en même temps le fourneau représenté *Pl. V, fig. 11*, et un autre fourneau situé tout auprès, pouvant contenir 1.750 kilogrammes de fonte seulement.

Le grand fourneau fonctionne avec deux tuyères de 130 millimètres de diamètre, et le petit avec une seule de 102 millimètres. Les trois tuyères sont entretenues à la fois par le ventilateur à force centrifuge, décrit dans les *Annales des mines* (tome VII, page 295), les ailes ayant une vitesse variable de 625 à 650 tours par minute.

Ces diverses conditions étant remplies, les deux fourneaux réunis peuvent facilement fondre 6.500 kilogrammes de fonte en 2 heures trois quarts, ou 2.364 kilogrammes par heure.

Ce résultat est, d'après ce que m'ont dit MM. Martin, trois ou quatre fois plus considérable que celui que l'on obtient dans des fourneaux semblables, en y introduisant l'air avec de petites buses et des soufflets à pistons cylindriques mus par une machine à vapeur de la force de dix chevaux. (Voir p. 91 les détails sur la force motrice du ventilateur.)

Dans la fonderie de MM. Barker on fond environ 2.000 kilogrammes par heure dans deux fourneaux recevant chacun six tuyères, entretenues à la fois par un ventilateur beaucoup moins grand que celui de MM. Martin, mais dont les ailes tournent avec une plus grande vitesse. Le ventilateur de MM. Barker est mis en mouvement par quatre très-forts chevaux, tirant à la fois à plein collier pendant trois ou quatre heures par jour.

J'ai obtenu très-exactement la quantité de coke brûlé par les fourneaux en faisant un relevé sur le registre de fusion que MM. Martin ont bien voulu me communiquer.

On a brûlé en 1835 dans leur usine,
2.972 quintaux métriques de coke pour fondre en tout 12.352 quintaux métriques de fonte composés comme il suit :

Fontes brutes diverses.	9.378 q. m.
Jets de moulures, fragments de pièces manquées repassées aux fourneaux.	2.974
	<hr/>
	12.352

Ce qui revient à 24 kilogrammes de coke par quintal métrique de fonte mise en fusion.

On en brûle un peu moins lorsqu'on fait marcher la fusion aussi rapidement que possible pour

amasser une grande masse de fonte dans les fourneaux et couler de fortes pièces; on en brûle un peu plus lorsque, ayant à couler un grand nombre de petites pièces, on est obligé de ralentir la marche des fourneaux afin de ne fondre qu'au fur et à mesure des besoins. Sans cette précaution, la fonte mise en fusion séjournerait trop longtemps au fond du fourneau, ce qui pourrait avoir de graves inconvénients, car les pièces à mouler réussissent en général d'autant mieux que la fonte est plus chaude.

Il arrive souvent encore que, dans un même jour, et avec le même fourneau, on ait à couler des pièces qui doivent contenir des mélanges divers de fontes brutes, d'origines différentes; alors, pour éviter une fusion commune, on met un lit de coke beaucoup plus considérable qu'à l'ordinaire entre la dernière charge du premier mélange de fontes brutes et la première charge du second. On consomme ainsi un léger excès de combustible, mais on a l'avantage, en réglant bien l'écoulement de la fonte, de pouvoir séparer les deux espèces.

Dans les deux plus fortes fonderies du département, on fond chaque jour de la semaine, le dimanche excepté, depuis trois heures après midi jusqu'à six heures du soir. Un seul fourneau suffit le plus souvent. Cependant il n'est pas rare que deux fourneaux soient en activité à la fois; un seul fondeur suffit dans tous les cas; il est aidé par quatre manœuvres qui préparent et montent les matériaux sur un plancher établi à 2 ou 3 pieds au-dessous du niveau du gueulard.

Les qualités de la fonte de seconde fusion sont extrêmement variables, et dépendent surtout de

celles de la fonte brute employée pour l'obtenir.

Ces qualités peuvent être considérablement modifiées par des mélanges en diverses proportions de plusieurs sortes de fontes, et le grand talent du fondeur consiste à découvrir les mélanges les moins chers, et donnant aux produits telle ou telle propriété qu'ils doivent posséder en raison des usages auxquels ils sont destinés. Ainsi telle pièce devra surtout avoir une grande tenacité, il faudra que telle autre se laisse facilement couper ou limer; que telle autre puisse passer brusquement par divers degrés de température; que telle autre enfin présente une dureté considérable; des tâtonnements et des expériences tenues secrètes amènent seuls à produire à volonté l'un ou l'autre de ces résultats.

Les diverses fontes brutes employées dans le département étant de qualité et de prix très-divers, les fondeurs arrivent, selon leur degré d'habileté, à des résultats extrêmement différents, tant sous le rapport économique que sous celui de la bonté des produits qu'ils livrent à la consommation.

Les seules fontes brutes qui entrent dans la composition des mélanges sont :

1° Gueuses anglaises. Le prix de revient à Rouen peut en être établi de la manière suivante :

Achat de 1000 kil. de fonte au lieu d'embarquement, dans le canal de Bristol 115^{fr} 20^{cs}

Transport jusqu'à Rouen, y compris l'assurance et 2 francs pour le remorquage 25 "

Droit d'entrée en France 88 "

Débarquement, frais d'entrepôt et menus frais, évalués à 40 "

Prix de revient comptant, sans escompte, de 1000 kil 238, 20

2° Fontes françaises de Bretagne.

Prix d'achat de 1000 kil. au lieu d'embarquement 170^{fr} "

Frêt, assurance et débarquement 20 "

Prix de revient de 1000 kil. 190 "

3° Fontes dures. Elles se trouvent communément sur la place; ce sont presque toujours des débris de vieilles machines, de vieux poids, barreaux, etc.

Leur valeur est de 110 à 140 fr. les 1000 kil.; on passe en outre dans les fourneaux tous les jets de mouleries et les débris des pièces manquées.

La coulée de la fonte se fait de deux manières différentes :

Pour les fortes pièces, dont les moules peuvent être suffisamment enterrés et placés à moins de 7 à 8 mètres des fourneaux, on fait couler la fonte dans des rigoles formées avec le sable du sol de la fonderie, que l'on contient à l'aide de planches et de pierres fortement enfoncées.

On perce avec un ringard, au moment de la coulée, le tampon d'argile qui bouche l'orifice inférieur du fourneau.

Quand le peu d'importance ou la position des moules empêchent de faire la coulée de cette manière, on recueille la fonte qui s'écoule du fourneau dans des poches en fonte, garnies intérieurement en argile, et qui sont de grandeurs différentes, de manière à pouvoir contenir depuis 25 jusqu'à 4000 kil. de fonte. Ces poches sont portées par 2, 3 ou 4 hommes, tant que le poids n'excède pas 150 à 200 kil. Celles plus pesantes sont enlevées par les grues.

Lorsque les pièces à mouler sont nombreuses

et peu considérables, on commence à couler aussitôt que l'on suppose assez de fonte en fusion pour former la première pièce; il y a alors fréquentes interruptions dans la coulée. Le fondeur arrête le jet de fonte toutes les fois que cela est nécessaire, en bouchant l'orifice inférieur du fourneau avec un nouveau tampon d'argile, préparé à l'avance, au bout d'un instrument composé d'un manche en bois, portant à son extrémité une petite plaque ronde en fer, dont le plan est perpendiculaire à l'axe du manche.

Quand les pièces sont fortes, comme il faut attendre que toute la quantité nécessaire se trouve réunie à la fois dans le fond du fourneau, il est très-important que la fusion soit conduite très-rapidement pour que toute sa masse soit encore très-chaude au moment de la coulée. Ce point est essentiel à la bonne réussite des pièces, comme on l'a vu plus haut, et tous les fondeurs ne parviennent pas également bien à l'obtenir: il dépend en grande partie du degré d'habileté de l'ouvrier, qui doit modifier ses charges en fonte et en coke d'après les indices qu'il puise dans l'allure du fourneau.

Je n'ai pu rien recueillir de positif sur la nature de ces indices.

Après la coulée et le refroidissement, les pièces doivent être nettoyées et ébarbées, c'est-à-dire qu'on enlève le sable qui y reste attaché, et qu'on coupe les bavures occasionnées par l'introduction d'un peu de fonte dans les fissures que présentent toujours les joints des moules.

Les pièces pesées après ces opérations donnent en réduite un déchet de $6\frac{2}{3}$ pour 100 de la fonte brute. Cela ne veut pas dire que le poids

de la fonte moulée, augmenté de celui du déchet, représente le poids de la fonte passée aux fourneaux. En effet, la coulée de chaque pièce exige toujours la mise en fusion d'une quantité de fonte qui dépasse notablement le poids de la pièce. Cet excès forme les masselottes, les jets de mouleries, les rognures de toute espèce; on doit encore y ajouter les poids des pièces manquées et qui retournent aux fourneaux; l'ensemble de ces parties de fonte s'élève, ainsi qu'on a pu le conclure des éléments donnés plus haut pour estimer la quantité de coke brûlé, à 31,7 pour 100 de la fonte brute.

La quantité de fonte mise en fusion pour obtenir en définitive 100 kil. de fonte moulée se compose donc comme il suit:

Poids de fonte brute égal à celui de la fonte moulée	100 ^k ,00
Fonte correspondante aux jets et débris de moulerie.	31, 7
Déchet au fourneau.	6, 66
Fonte totale mise en fusion.	138, 36

DÉTAIL, approximatif du prix de revient d'un quintal métrique de 6700 quintaux

Achat, à 25 fr. (1) les 100 kil. de 7,1467^m,66 de fonte brute, qui se divise en

Fonte en excès pour les jets et débris de moulures, réparant dans les opérations subséquentes, portées plus bas pour estimer la consommation du combustible, ci pour mémoire

Combustible réparti comme il suit :

Coke nécessaire à la fusion de 9,2707^m,56 de fonte, à raison de 24,06 de coke pour 100 de fonte, ci 2,2309^m,50 = 3,7807^m,51

Houille brûlée pour dessiccation des moules en terre qui n'entrent point dans les sécheries, estimée à 2 corbeilles par jour pendant 300 jours, ci 600 corbeilles pesant chacune 42k,50 255, 00

Mélange avec le sable de carrières pour former le *sable neuf* du moulage en sable vert; estimé à 3 corbeilles par jour 382, 50

Consommation de la forge, 1 1/2 corbeille par jour 191, 25

Chauffage des bureaux, etc., 3 corbeilles par jour 382, 50

Consommation de la machine à vapeur de 4 chevaux de force, fonctionnant environ 6 heures par jour, brûlant 6 kil. par cheval et par heure, pendant 300 jours 432, 00

Total du combustible, vérifié d'après plusieurs résultats annuels 5,423, 76

Gages de 90 ouvriers de fonte espèce payés à la journée, comprenant :

Frais généraux de toutes sortes, comprenant

Intérêts d'un fonds de roulement de 200.000 fr., escompte et

Si la moyenne des prix de vente est de 38 fr. il en résulte un bénéfice de

Sur lequel il convient de déduire les chances de mauvais débiteurs, de pièces manquées, etc.

(1) J'ai adopté 25 fr. comme étant le prix de vente à Rouen, sur la plupart des fondeurs l'achètent ainsi et ne connaissent pas l'art de

Fonte de deuxième fusion, calculé d'après une fabrication annuelle de 6700 quintaux, à Rouen.

	Pour 6700 qx. m.	Pour 100 kil.
Poids égal au produit	6,7007 ^m ,00	167,5007 ^m ,00
Déchet au fourneau	446, 66	11,166, 66
.....	2,113, 90	
Total de la fonte passée au fourneau, 9,270, 56		
<p>3,2517^m,24 } de houille strictement nécessaire à la fabrication de</p> <p>529, 27 } 2,230,50 de coke par un bon procédé.</p> <p> } de houille brûlée en excès pour chauffage des sécheries.</p>		
= 6.026 hect., 40, à 4 fr. l'un	24,106, 00	3,60
30 mouleurs ou apprentis, gagnant de 2 à 10 f.		
2 forgerons 3 à 4	77,050, 00	11,50
1 fondeur " "		
57 serruriers, aides, manœuvres . . 2 à 3		
Sables et argiles, à 10 fr. le mètre cube, pour environ 6000 f. "		
Chandelles, huile, suif	35,845, 00	5,35
Limes et outils divers		
Bourre de vache		
etc.		
dépréciation de matériel	24,455, 00	3,65
les 100 kil. ci	340,122, 00	50,70
.....	388,600, 00	58,00
.....	48,478, 00	7,30

place, de la fonte anglaise brute. mélanges d'autres fontes.

Pour pouvoir donner d'une manière certaine, et en entrant dans tous les détails convenables, le prix de revient d'un quintal métrique de fonte de 2^e fusion, il aurait fallu pouvoir disposer de tous les registres de plusieurs fonderies, et prendre des moyennes; mais je n'ai eu cet avantage pour aucune, en sorte que je ne puis présenter que des approximations; les nombreuses vérifications auxquelles j'ai eu recours, me donnent toutefois la certitude que les résultats, que je donne dans le tableau qui précède, sont extrêmement voisins de la vérité. On peut surtout accorder toute confiance aux proportions respectives pour lesquelles entre dans le total chacune des sommes qui composent le prix de revient.

J'aurais beaucoup désiré pouvoir indiquer la répartition des frais généraux et de la main-d'œuvre; mais tout renseignement positif m'ayant manqué malgré des recherches multipliées, j'ai cru qu'il serait plus convenable de ne pas présenter de nombre douteux.

Les fondeurs eux-mêmes ne pourraient que très-difficilement donner les détails que j'ai omis: cela vient de ce qu'ils n'ouvrent pas de compte séparé pour chacun des articles qui composent les frais généraux, et que souvent ils ne désignent pas ces articles d'une manière spéciale en les portant en compte. Tous les ouvriers, sans exception, travaillent à la journée, et le même homme est ordinairement employé dans un jour à plusieurs travaux divers, sans qu'il soit jamais tenu note du temps passé à chacun. On ne peut donc connaître autre chose que le chiffre de la dépense totale. J'ai obtenu sur cet article les sommes payées en masse à la fin de chaque quinzaine, à tous les

ouvriers, dans les deux principales fonderies de Rouen. Le prix que j'ai indiqué est calculé sur une réduite de 18 quinzaines.

Le bénéfice du fondeur, que j'estime à 7 fr. 30 c. sur 100 kil. de fonte, sauf les chances indiquées au tableau, est entièrement hypothétique, car il est basé sur un prix de vente moyen de 58 fr. les 100 kil., et cette supposition n'a rien de certain. Un marché particulier est fait avec chaque acheteur, et le prix est différent pour chaque pièce. Ce prix varie de 40 à 120 fr. les 100 kil., selon l'espèce de fonte nécessaire, la difficulté du moulage, etc., sans qu'on se règle sur aucun tarif. Il est donc impossible d'établir une moyenne certaine sans avoir pu entrer dans l'examen complet de l'état financier des propriétaires d'une fonderie. Le prix de 58 fr. est celui qui m'a été indiqué généralement, peut-être est-il un peu faible.

Le point de perfection auquel est arrivé dans ce département l'art de mouler en fonte de 2^e fusion, ne permet pas de penser que, dans l'état actuel de nos connaissances, on puisse y apporter de grandes améliorations. Toutefois, on trouverait probablement de l'avantage à mettre la fonte en fusion avec un courant d'air chaud. Dans ce cas, il serait très-facile de disposer un système de tuyaux en fonte au-dessus des gueulards des fourneaux, par où s'échappe, dès que le feu est allumé, une flamme de plusieurs mètres de haut, et dont la chaleur est totalement perdue. Ces tuyaux, qui à une de leurs extrémités prendraient l'air de l'atmosphère par de larges ouvertures, iraient le porter après son échauffement au centre de la boîte circulaire du ventilateur, d'où les ailes le lanceraient directement dans les fourneaux. Peut-être des essais

devraient-ils être tentés pour reconnaître s'il vaudrait mieux chauffer l'air avant ou après son introduction dans le ventilateur ; dans tous les cas, je pense qu'il serait nécessaire que l'appareil fût disposé de manière à permettre de fondre, soit à l'air froid, soit à l'air chaud, selon qu'on le jugerait convenable. La faculté d'opter entre les deux procédés serait un moyen puissant de plus entre les mains du fondeur pour obtenir à son gré de la fonte possédant des propriétés diverses.

EXPLICATION DES PLANCHES IV ET V.

Planche IV.

FIG. 1.

Dispositions générales des ateliers principaux de la fonderie de MM. J. Martin et fils et C^o, à Rouen.

- a*, fourneau à la Wilkinson, dont le détail se trouve *Pl. V, fig. 11*, pouvant contenir 5.000 kilogrammes de fonte.
 - a'*, fourneau semblable, mais plus petit, pouvant contenir 1.750 kilogrammes de fonte.
 - a''*, fourneau neuf de mêmes dimensions que *a*. Il n'a pas encore été employé. Il vient d'être établi, afin de permettre la fabrication de pièces plus considérables que celles que l'on pouvait couler jusqu'à présent avec les deux premiers fourneaux réunis.
 - bbb*, vastes ateliers de moulage dont le sol, sur un mètre d'épaisseur, est formé de sable et de charbon en poudre ayant déjà servi au moulage, susceptible de se tasser de manière à former un terrain ferme, et pouvant être renoué facilement pour enterrer au besoin les moules quand cela est nécessaire pour la coulée. Il y existe en outre plusieurs fosses cylindriques de 5 à 7 mètres de profondeur, situées dans le voisinage des fourneaux. Elles sont revêtues en maçonnerie, et demeurent habituellement remplies de sable. On les vide pour y placer les moules des pièces considérables, de manière que leur niveau supérieur se trouve toujours au-dessous de l'orifice des fourneaux par où se fait la coulée.
- Ces moules, et les poches pleines de fonte que je décrirai plus tard, sont enlevés et transportés à bras d'homme quand leur poids est faible ; si leur masse est considérable, on emploie des grues, dont les arbres verticaux sont placés en *c, d, e*, et qui se correspondent de manière qu'on peut faire passer le même fardeau de l'une à l'autre. Chaque grue est formée principalement d'un

arbre vertical retenu au sommet par un collier, et tournant sur une crapaudine ; puis d'un arbre horizontal assemblé sur le premier de manière à présenter la forme d'une potence. L'arbre horizontal supporte un chariot mobile, auquel est fixée l'une des mouffles avec lesquelles on enlève les fardeaux. Ce chariot glisse le long de l'arbre horizontal, à l'aide d'une crémaillère qu'un mécanisme fort simple de roues dentées, pouvant se désengrener à volonté, fait avancer ou reculer précisément de la quantité convenable, pendant que le jeu des manivelles élève ou abaisse les objets à transporter.

Il résulte de ces dispositions que le jeu des trois grues permet de transporter et de poser avec la plus grande précision, sur un point quelconque de l'intérieur des trois cercles tracés sur la *fig. 1* des points *c, d, e* comme centres, des masses dont le poids peut s'élever jusqu'à 5.000 kilogrammes.

c, d, e, crapaudines sur lesquelles reposent les arbres verticaux de trois grues, ayant chacune cinq mètres d'élévation.

ff, sécherie dont le sol est de niveau avec celui des ateliers.

f'f', petite sécherie supplémentaire.

g, g, fours à coke.

g, four à coke supplémentaire. Il ne sert pas habituellement.

h, machine soufflante.

i, machine à vapeur, force motrice de la machine soufflante, du manège de l'atelier *k*, et des moulins à charbon.

i', chaudière et fourneau de la machine.

k, atelier de préparation des matériaux servant à fabriquer les moules.

l, petit magasin pour les modèles.

Les matières premières en approvisionnement sont placées sous des hangars, ou à l'air libre, autour de ces bâtiments, auprès desquels se trouvent encore une petite forge, un atelier de menuiserie, et un atelier pour ébarber les pièces.

Une semblable usine occupe en tout un carré

[de terrain de 75 mètres de côté, et, fondant une fois par jour, mi-partie fortes et menues pièces, peut produire annuellement de 7.500 à 8.000 quintaux métriques de fonte moulée de deuxième fusion, en employant environ 100 ouvriers.

FIG. 2, 3 et 4.

Fours à coke et sécherie de la fonderie de MM. J. Martin et fils et C^o, à Rouen.

g, g, deux fours à coke accolés n'ayant chacun que deux ouvertures : 1^o la porte *h*, 2^o l'orifice *k*, qui communique avec les cheminées.

h, h, portes des fours, elles sont en fonte, chacune est percée de trois trous.

i, i, trous que l'on bouche à volonté avec de l'argile, pour régler la combustion.

k, k, orifices par lesquels s'échappent la flamme et la fumée. Ils communiquent avec la cheminée *l* à l'aide des conduits horizontaux *m, m*, et sont ouverts directement dans le sol de la sécherie.

l, cheminée antérieure. On la ferme à volonté à l'aide d'un registre ou plaque de fonte qui s'adapte à son extrémité supérieure. Quand le registre est ouvert, le tirage a lieu naturellement par cette cheminée ; toute la fumée s'engage dans les conduits *m, m*, bien que la partie supérieure des orifices *k* reste ouverte. Quand le registre est fermé, la fumée s'élève verticalement par l'orifice *k*, et se répand dans l'intérieur de la sécherie.

m, m, conduits horizontaux mettant en communication les orifices *k* avec la cheminée *l*.

nn, murs formant les parois latérales de la sécherie et les pieds droits de la voûte qui la recouvre.

oo, espèces de sablières en fonte posées sur les murs *nn*, reliées l'une à l'autre par huit tirants en fer, et servant de culées à la voûte qui couvre la sécherie.

p, p, p, tirants en fer qui retiennent fortement entre elles les deux sablières *oo*.

qq, voûte plate de l'épaisseur d'une seule brique posée de champ, servant de toit à la sécherie ; elle

est elle-même revêtu d'une couverture en zinc, *rr*, mur formant la façade antérieure des fours et formant l'une des extrémités de la sécherie. Il est élevé carrément un peu au-dessus de la voûte pour la décoration seulement.

ss, rideau mobile en tôle servant de porte à la sécherie. Son poids est à peu près équilibré par celui d'une forte pièce de fonte *uu*, à l'aide des chaînes *t, t* et des poulies *v, v*, en sorte qu'un seul homme suffit pour lever et abaisser le rideau.

t, t, chaînes qui unissent le rideau de tôle *ss* au contre-poids *uu*.

uu, pièce de fonte servant de contre-poids au rideau de tôle *ss*.

v, v, poulies sur lesquelles passent les chaînes *t, t*.

x, x, x, bandes de fonte posées de champ sur le sol de la sécherie, au même niveau que le sol des ateliers environnants. Elles forment deux chemins de fer sur lesquels on roule les petits chariots en fer qui portent les pièces destinées à être séchées.

y, y, deux cheminées par lesquelles s'opère le tirage des fours à coke lorsque la cheminée *l* est fermée par le registre. Ces cheminées ne communiquent avec la sécherie que par les ouvertures *z*.

z, z, conduits par lesquels se fait l'aspiration des cheminées *y, y*. Ils sont placés au niveau du sol et aux deux points les plus éloignés des orifices *k*, afin d'amener le courant d'air chaud et de fumée jusqu'au pied du rideau de tôle. Sans cette précaution cette partie de la sécherie serait mal chauffée.

o, z, z, conduits où l'air circule et qui permettent l'évaporation de l'humidité. Ils communiquent avec l'air extérieur à la partie antérieure du fourneau et le long des parois latérales de la sécherie. Leur existence est essentielle pour la bonne fabrication du coke.

66, 77, 88, six ouvertures fermées par des plaques de fonte quand on chauffe la sécherie, et qui sont destinées à donner du jour quand on en a besoin pour ranger les pièces à sécher.

Les deux ouvertures *6* servent en outre pour charger les fours à coke. On établit une espèce de gouttière en bois qui mène de chacune de ces ou-

vertures à chacun des orifices *k*, et l'on jette à la pelle la houille qui est en tas au dehors, auprès des ouvertures *6*. On l'étend ensuite dans les fours par les portes *h*, à l'aide de ringards.

Planche V.

Fig. 1 à 10.

Construction des moules d'une chaudière à sucre et d'une cornue à gaz.

Chaudière à sucre.

Fig. 1. Vue de la chaudière.

Fig. 2. Plate-forme en fonte destinée à supporter le moule interne.

Fig. 3. Construction du moule interne.

Fig. 4. Formation de la surface extérieure de la chaudière.

Fig. 5. Moule terminé.

Fig. 6. Position des deux plates-formes en fonte, destinées à supporter le moule de la surface intérieure et celui de la surface extérieure.

Cornue à gaz.

Fig. 7. Projection verticale, perpendiculairement à l'axe de la cornue, et deux coupes, l'une verticale, l'autre horizontale.

Fig. 8. Construction du noyau de la cornue.

Fig. 9. Disposition du moule extérieur.

Fig. 10. Ajustement du noyau dans le moule.

FIG. 11.

Fourneau à la Wilkinson.

mm, massif de maçonnerie sur lequel repose le fourneau.*bb*, plate-forme octogone en fonte, ayant un rebord dans lequel s'engagent les plaques *aaa*.*aa*, huit plaques en fonte de 27 millimètres d'épaisseur, toutes absolument égales. Toutefois l'une d'elles est échancrée à sa partie inférieure en *c*, pour donner issue à la fonte, et deux des autres portent chacune six ouvertures *g, g, g...* pour donner entrée aux tuyères.*c*, ouverture pour la coulée de la fonte. Une espèce de gouttière *e*, en fonte, garnie d'argile intérieurement, *y* est adaptée.

- d*, bandes de fer forgé de 110 millimètres de large, et dont l'épaisseur est de 15 millimètres pour celle du bas, et de 6 millimètres pour celle du haut. Celles intermédiaires décroissent entre ces deux limites en remontant.
- e*, gouttière en fonte, garnie en argile, par où s'opère la coulée.
- ff*, pièce cylindrique en fonte servant à exhausser le fourneau.
- g*, ouvertures latérales destinées à recevoir les tuyères. Il y en a six de chaque côté du fourneau. Chacune d'elles peut être fermée à volonté, à l'aide d'une petite plaque de fonte *h*, glissant horizontalement dans des rainures que porte la grande plaque de fonte, dans laquelle les trous *g* sont percés.
- h*, petites plaques de fonte glissant dans des rainures, et destinées à fermer à volonté les ouvertures *g*.
- kk*, chemise ou enveloppe intérieure du fourneau, en sable un peu argileux, que l'on établit de la manière suivante : après avoir fait au fond du fourneau un lit de sable de quelques pouces d'épaisseur, incliné légèrement vers l'orifice de coulée, on pose verticalement dans l'axe du fourneau un cylindre en bois de toute sa hauteur et d'un diamètre un peu moindre que celui du vide, que devra présenter le fourneau à sa partie supérieure. On tasse alors du sable de manière à remplir entièrement le fourneau, puis on retire le cylindre de bois, et on recoupe la paroi intérieure de l'enveloppe de sable jusqu'à ce qu'on lui ait donné la forme convenable.
- Cette enveloppe dure généralement de cinq à six semaines, quand on fond six fois par semaine.
- ii*, plaque de fonte circulaire percée par le gueulard, et destinée à préserver pendant la charge les bords de l'enveloppe en sable *h*.
- NN*, niveau du sol. La partie qui se trouve au-dessous de l'orifice de coulée est en sable, en sorte qu'on peut l'abaisser très-facilement quand on veut recueillir la fonte dans une poche de grandes dimensions.

EXPÉRIENCES

Sur l'écoulement de l'eau par les déversoirs, faites à Toulouse par M. CASTEL, ingénieur des eaux de cette ville ;

(SUITE ET CONCLUSION);

Communiquées par M. D'AUBUISSON,
Ingénieur Directeur des mines.

On a fait connaître, dans le tome IX de ces Annales, les nombreuses expériences que M. Castel avait exécutées en 1835, les appareils et les procédés dont il s'était servi, ainsi que les conséquences qui découlaient de ces expériences. Elles avaient mené bien près de sa solution l'important problème de la dépense en eau par les déversoirs; mais il restait encore un pas à faire, une dernière difficulté à lever : on espérait que M. Castel tenterait de la résoudre, et qu'il le ferait avec succès. Ces espérances n'ont pas été trompées : en 1836, il a encore entrepris et terminé de longues suites d'expériences, qui ont effectivement décidé la question, et complété tout ce qui concerne l'écoulement des eaux par les déversoirs, matière qui, grâce à cet observateur, est maintenant une des mieux connues de l'hydraulique.

Nous allons rendre un compte succinct de ses nouvelles expériences, et des conséquences de toutes celles qu'il a faites. Mais avant, rappelons l'état des choses.

La formule dont M. Castel s'est continuelle-

ment servi, et qui, d'après ses expériences, lui a paru rendre mieux les faits que toute autre, est

$$Q = \frac{2}{3} \sqrt{2gml} H \sqrt{H} = 2,953mlH\sqrt{H}.$$

Ici,

Q exprime la dépense en eau, par seconde, et en mètres cubes;

l, la largeur du déversoir;

H, la charge ou hauteur de l'eau dans le bassin au-dessus du seuil du déversoir;

m, le coefficient de réduction à la dépense trouvée par l'expérience.

Pour que cette formule fût applicable à la pratique, il faudrait que ce coefficient, s'il n'était pas entièrement constant, ne variât qu'entre des limites assez rapprochées, et en suivant une certaine loi. La recherche de ces limites et de cette loi a été le principal objet des expériences.

Celles que M. Castel avait faites en 1835, sur un bassin ou canal de 6^m de long et 0^m, 74 de large, avec des déversoirs ayant successivement en largeur 0^m, 10; 0^m, 20; 0^m, 30; 0^m, 40; 0^m, 50; 0^m, 60 et 0^m, 68, lui avaient montré des coefficients qui allaient graduellement et continuellement en augmentant. Cette augmentation devait-elle se poursuivre indéfiniment? S'il en était ainsi, il n'y avait plus de formule applicable; il aurait fallu commencer par déterminer, à l'aide de l'expérience, le coefficient propre à chaque largeur, à 1^m, 2^m, 3^m, 10^m, 20^m, etc. : c'était impossible. M. Castel et quelques personnes présumaient bien que l'augmentation des coefficients avait un terme, et qu'elle dépendait, non de la largeur absolue du déversoir, mais de sa largeur comparativement à celle du canal, c'est-à-dire du rap-

port de l'une à l'autre : mais d'autres personnes la regardaient comme un effet de la largeur absolue et non de la largeur relative ; et toutes en appelaient à l'expérience. Pour les satisfaire, comme pour éclaircir quelques autres questions sur lesquelles il convenait d'avoir des notions précises, M. Castel a ajouté 257 observations aux 237 qu'il avait déjà recueillies.

Expériences faites en 1836.

M. Castel a d'abord repris son canal de 0^m, 74 de large. D'une part, il a poussé la largeur du déversoir jusqu'à ce qu'elle fût égale à celle du canal, et il se trouvait alors dans le cas d'un barrage plutôt que dans celui d'un déversoir proprement dit. D'un autre côté, il est descendu au-dessous de la plus petite de ses anciennes largeurs, celle de 0^m, 10; et il en a eu de 0^m, 05; 0^m, 03; 0^m, 02 et 0^m, 01. Il a produit l'écoulement par chacune d'elles, sous des charges qui ont graduellement augmenté depuis 0^m, 03 jusqu'à 0^m, 10, et même jusqu'à 0^m, 24 pour les petits déversoirs.

Puis il a réduit son canal à n'avoir plus que 0^m, 361 de large. Il y a ensuite adapté des déversoirs ouverts dans des platines de cuivre, et dont la largeur, indépendamment du barrage qui en présentait une de 0^m, 361, a été successivement de 0^m, 30; 0^m, 20; 0^m, 10; 0^m, 092; 0^m, 079; 0^m, 05; 0^m, 03; 0^m, 02 et 0^m, 01. Les charges y ont été comme dans le canal de 0^m, 74, et généralement un peu plus fortes.

Toutes ces expériences ont été faites de la manière et avec les soins indiqués au tome IX des Annales; et chacune a été répétée deux et trois fois.

Expériences
avec différen-
tes largeurs de
déversoir et
de canal.

Les détails qui les concernent, ainsi que ceux de toutes les observations de M. Castel, sont consignés dans les *Mémoires de l'académie des sciences de Toulouse* (tome IV, 1837). Je me bornerai en conséquence à donner ici ce que je pourrais appeler le résultat final de chaque expérience, le coefficient m trouvé pour chacune des largeurs et des charges sous lesquelles on a opéré. A l'aide de ces coefficients, on aurait les dépenses correspondantes, si on les désirait explicitement.

CHARGE sur le seuil.	CANAL DE 0 ^m ,74.											
	Coefficients, la largeur du déversoir étant de											
	0 ^m ,74	0 ^m ,68	0 ^m ,60	0 ^m ,50	0 ^m ,40	0 ^m ,30	0 ^m ,20	0 ^m ,10	0 ^m ,05	0 ^m ,03	0 ^m ,02	0 ^m ,01
mét.												
0,24								0,595	0,615		0,639	
0,22								0,594	0,614		0,639	
0,20							0,596	0,594	0,614	0,620	0,640	0,670
0,18							0,595	0,594	0,613	0,628	0,641	0,672
0,16							0,595	0,592	0,613	0,628	0,642	0,674
0,14							0,593	0,592	0,612	0,628	0,643	0,675
0,12					0,603	0,604	0,592	0,591	0,612	0,627	0,645	0,678
0,10					0,621	0,604	0,593	0,591	0,612	0,627	0,648	0,680
0,08	0,662	0,656	0,644	0,632	0,620	0,606	0,595	0,592	0,612	0,627	0,652	0,698
0,06	0,662	0,656	0,645	0,632	0,622	0,610	0,604	0,595	0,612	0,628	0,658	0,713
0,05	0,662	0,656	0,644	0,633	0,626	0,616	0,611	0,597	0,613	0,629	0,663	
0,04	0,662	0,656	0,645	0,636	0,632	0,623	0,619	0,604	0,614		0,669	
0,03	0,662	0,660	0,651	0,642	0,636	0,631	0,624	0,618				

CHARGE sur le seuil.	CANAL DE 0 ^m ,36.										
	Coefficients, la largeur du déversoir étant de										
	0 ^m ,36	0 ^m ,30	0 ^m ,20	0 ^m ,10	0 ^m ,092	0 ^m ,079	0 ^m ,05	0 ^m ,03	0 ^m ,02	0 ^m ,01	
mét.											
0,24				0,619				0,624	0,629	0,647	0,666
0,22				0,615	0,613		0,617	0,620	0,627	0,646	
0,20				0,61	0,608		0,614	0,618	0,626	0,645	0,667
0,18			0,633	0,608	0,606		0,610	0,616	0,626	0,644	
0,16			0,628	0,605	0,603		0,608	0,615	0,625	0,644	0,668
0,14		0,678	0,624	0,603	0,601		0,605	0,614	0,624	0,644	
0,12	0,700	0,666	0,620	0,600	0,599		0,603	0,614	0,623	0,646	0,674
0,10	0,684	0,656	0,617	0,598	0,598		0,600	0,614	0,624	0,648	
0,08	0,672	0,652	0,616	0,599	0,597		0,599	0,613	0,624	0,654	
0,06	0,669	0,652	0,617	0,600	0,597		0,600	0,613	0,626		
0,05	0,667	0,653	0,620	0,605	0,604			0,614			
0,04	0,668	0,653	0,624	0,613	0,611			0,613			
0,03	0,670	0,655	0,632	0,628	0,625						

M. Castel croit pouvoir répondre de ces résultats à $\frac{1}{150}$ près. Les commissaires de l'académie de Toulouse, qui l'avaient vu opérer et qui eurent à examiner son travail de 1835, pensaient que l'erreur de l'observation ne pouvait guère dépasser $\frac{1}{300}$, et que le plus souvent elle serait au-dessous. Peut-être de petites différences entre les coefficients proviendraient-elles encore de la différente manière dont l'eau, après avoir passé sous les languettes de calme, arrivait au déversoir. Au reste, toute erreur dans le jaugeage des cours d'eau, qui est au-dessous d'un centième, doit être regardée comme nulle.

Les coefficients des tableaux ci-dessus ont été obtenus à l'aide de déversoirs, dont le seuil était à 0^m,17 au-dessus du fond du canal. Il était probable que leur valeur aurait éprouvé quelque dérangement si cette élévation du seuil eût été

Expér. avec
des digues
de différente
hauteur.

autre, et qu'elle fût descendue au-dessous d'une certaine limite, surtout dans les larges déversoirs et les barrages. Pour s'assurer de ce qu'il en était positivement, M. Castel a barré le canal de $0^m,74$ par des digues auxquelles il a donné successivement en hauteur $0^m,225$, $0^m,17$, $0^m,13$, $0^m,093$, $0^m,075$, $0^m,041$ et $0^m,032$; et il y a produit l'écoulement sous différentes charges. Nous donnerons plus bas les résultats qu'il a obtenus.

Divers motifs ont porté à constater la hauteur à laquelle l'eau du canal se tient le long des ailes du déversoir (portions de la cloison dans laquelle il est ouvert, comprises entre l'ouverture et les parois latérales du canal). A cet effet, on a pris quinze profils en travers de la masse fluide, dans le canal de $0^m,36$, à $0^m,005$ en amont des déversoirs, lesquels avaient des largeurs et des charges différentes.

Enfin, on a demandé quelle était la dépense par les pertuis de navigation que l'on ouvre dans les digues. Pour répondre à cette question, M. Castel a ajouté à son déversoir de $0^m,20$, sur le bassin de $0^m,74$, un petit canal de $0^m,204$ de long, et $0^m,0153$ de pente ($\frac{1}{13,3}$), et, sous les charges notées à la première colonne ci-contre, il a eu les coefficients inscrits à la seconde. Quoique les charges aient plus que doublé, ils n'ont éprouvé que très-peu de variation; la valeur moyenne a été de $0,527$. Elle eût été vraisemblablement un peu plus forte, et très-près de $0,53$, si la pente eût été de $\frac{1}{12}$, comme dans les *passelis* ou pertuis ordinaires.

Charge.	Coefficient.
0,1114	0,526
0,0953	0,527
0,0765	0,527
0,0598	0,528
0,0501	0,530

Expér. avec un canal additionnel au déversoir.

Conséquences des expériences.

Pour que la formule $Q = 2,95 m l H \sqrt{H}$ fût bien établie, il faudrait que Q fût exactement proportionnel et à l et à $H\sqrt{H}$.

Rapport des dépenses aux charges et aux largeurs des déversoirs.

Les expériences de 1835 avaient montré, qu'abstraction faite des charges au-dessous de $0^m,05$, Q est très-sensiblement proportionnel à la fonction $H\sqrt{H}$ de la charge. Les expériences de 1836 ont pleinement confirmé ce théorème, que nous avons mis ailleurs (tome IX, p. 238) en toute évidence, et sur lequel il serait superflu de revenir ici.

Dans les premières expériences, avec les déversoirs qui y avaient été employés, on avait vu les dépenses aller continuellement en augmentant, dans un rapport plus grand que celui des largeurs. Mais les seconds ont prouvé que cette augmentation avait un terme; et qu'en rétrogradant, c'est-à-dire en se servant de déversoirs de moins en moins larges que ceux que l'on avait eus d'abord, les dépenses, au lieu de continuer à diminuer comparativement à la largeur, augmentaient, et fort rapidement. Des unes et des autres de ces expériences, on conclut: que lorsque, à partir de la largeur du bassin, les largeurs des déversoirs décroissent, les dépenses décroissent bien aussi, mais plus rapidement jusqu'à une largeur un peu inférieure à la moitié de celle du bassin; puis elles suivent une marche presque parallèle; et peu après le décroissement devient moins rapide que celui des largeurs. Ainsi, dans le bassin de $0^m,74$, où l'on a eu, entre $0,74$ et $0,01$, douze largeurs qui décroissent comme les nombres notés à la première des deux lignes de chiffres ci-après; les dépenses respectives (obtenues sous les charges

de $0^m,10$ à $0^m,06$) ont diminué comme les nombres de la seconde ligne :

100 : 92 : 81 : 68 : 54 : 40,5 : 37 : 13,5 : 6,8 : 4,0 : 2,7 : 1,35.

100 : 91 : 79 : 65 : 51 : 38 : 25 : 12,1 : 6,3 : 3,8 : 2,7 : 1,40.

Sur le bassin de $0^m,36$, les séries ou rapports ont été exactement les mêmes : d'où il suit que, dans l'un et l'autre bassin, les dépenses suivent la même loi, comparativement aux largeurs des déversoirs, mais aux largeurs relativement à celles du bassin respectif, et non aux largeurs absolues. Ainsi a été résolue la question qui s'était élevée à ce sujet lors de l'examen des expériences de 1835.

Coefficients. Puisque Q est sensiblement proportionnel à $H\sqrt{H}$, en faisant abstraction des charges extrêmes, il s'ensuit que, pour une même largeur de déversoir dans le même bassin, les coefficients m devront être à peu près égaux. Ils le sont effectivement, comme on le voit dans les tableaux ci-dessus ; les différences ne s'y élèvent que rarement au-dessus d'un centième. Dans les charges de $0^m,05$ et au-dessous, principalement dans les largeurs moyennes, elles sont plus considérables, et elles augmentent rapidement pour la charge de $0^m,03$; mais nous avons remarqué ailleurs que ces charges doivent être évitées dans la pratique. Quelle peut être la cause de cette augmentation ? je ne l'entrevois même pas. Quant à celle de l'augmentation qu'on remarque assez souvent dans les hautes charges, surtout lorsque les déversoirs sont fort larges, elle est bien connue, il en sera question dans la suite ; qu'il me suffise ici de remarquer qu'elle n'aura pas lieu toutes les fois que la section de l'eau au déversoir (H) ne sera pas plus du sixième de la section dans le canal.

Puisque, les charges demeurant les mêmes, les dépenses décroissent d'abord plus, et ensuite moins rapidement que les largeurs des déversoirs, comparativement à celles du canal ; à compter de cette dernière largeur, les coefficients devront aussi aller d'abord en diminuant et puis en augmentant ; et il en est réellement ainsi. Ils décroissent jusqu'à ce que la largeur du déversoir soit le tiers ou le quart de celle du bassin ; puis ils demeurent sensiblement constants jusqu'à la largeur d'environ $0^m,05$. Au-dessous ils augmentent rapidement, à mesure que la largeur devient plus petite ; mais maintenant ce n'est plus comme la largeur relative, c'est comme la largeur absolue du déversoir ; ici celle du bassin n'a plus d'influence sensible, et chaque largeur a son coefficient particulier.

Ainsi les coefficients ; pour une même charge, mais avec différentes largeurs de déversoir, à partir de la largeur du bassin, vont d'abord en diminuant et puis en augmentant : il y a donc un *minimum*, et il a lieu lorsque la largeur du déversoir est à peu près le quart de celle du bassin. Pareillement, pour une même largeur de déversoir, mais sous différentes charges, à partir des hautes charges, les coefficients diminuent, souvent d'une manière insensible, il est vrai, jusqu'à un certain point, au delà duquel ils augmentent : on a donc encore ici un *minimum* ; c'est vers la charge de $0^m,08$ ou $0^m,10$. Dans ces deux sortes de séries, les séries horizontales et les séries verticales des tableaux ci-dessus, les variations, conformément à la loi générale, sont fort petites aux environs du *minimum* ; de sorte qu'autour du *minimum* commun, et sur une étendue assez considérable, les coefficients diffèrent très-peu les uns

des autres, et ils peuvent être regardés comme constants.

Formules de la dépense.

Il suit des faits qui viennent d'être exposés, et de nos tableaux des coefficients :

1° Que lorsque la largeur du déversoir sera au-dessous du tiers de celle du canal, et qu'en même temps elle sera au-dessus de 0^m,05, le coefficient égalera moyennement 0,60; et, en observant que $2,953 \times 0,60 = 1,7718$, l'on emploiera, sans craindre plus d'un centième d'erreur, la formule

$$Q = 1,7718L\sqrt{H}.$$

C'est en quelque sorte la formule des déversoirs proprement dits, et, lorsqu'on aura à l'appliquer à la pratique, il faudra se mettre dans les conditions de largeur susmentionnées; ce qui se pourra toujours aisément quand la largeur du canal, dans le lieu où l'on veut établir le déversoir, excédera 0^m,30.

2° Pour les déversoirs dont la largeur a plus du tiers de celle du canal, après avoir pris le rapport de la première à la seconde, on emploiera le coefficient qui lui correspond dans les colonnes ci-contre. On les a formées à l'aide des coefficients portés aux tableaux ci-dessus, en prenant des parties proportionnelles; et ce mode d'interpolation pouvait se faire ici sans erreur. On a mis séparément les coefficients déduits des expériences faites sur deux canaux, dont l'un était plus que double de l'autre

Rapport entre les largeurs.	Coefficient au canal de	
	0 ^m ,74	0 ^m ,36
1,00	0,662	0,668
0,90	0,656	0,659
0,80	0,644	0,648
0,70	0,635	0,635
0,60	0,626	0,623
0,50	0,617	0,613
0,40	0,607	0,609
0,30	0,598	0,600
0,25	0,595	0,593

en largeur, pour montrer que malgré cette différence les coefficients étaient à peu près les mêmes: preuve évidente qu'au-dessus des 0,25 de la largeur du canal, les coefficients dépendent de la largeur relative et non de la largeur absolue du déversoir.

3° Il n'en est plus de même lorsque la largeur du déversoir est au-dessous du quart de celle du bassin. Alors, et lorsqu'en même temps elle sera au-dessous de 0^m,08, chaque largeur aura son coefficient particulier, ainsi qu'il a été dit; il sera de 0,61; 0,63; 0,65 et 0,67, pour la largeur respective de 0^m,05; 0^m,03; 0^m,02 et 0^m,01.

4° Enfin, quand la largeur du déversoir égalera celle du canal, qu'on sera ainsi dans le cas d'un barrage ordinaire, on aura un coefficient qui est donné, entre des limites assez rapprochées, par les expériences de M. Castel. Sur le canal de 0^m,74, avec une digue de 0^m,225 de haut, par des charges de 0^m,0307 à 0^m,0736, les coefficients n'ont varié que de 0,664 à 0,667; et de 0,661 à 0,663, avec la digue de 0^m,17: sur le canal de 0^m,36, entre les charges de 0^m,0308 à 0,0807, tant qu'elles n'ont pas excédé les 0,4 de la hauteur de la digue, la variation n'a été que de 0,667 à 0,670. Le terme moyen de toutes ces observations est 0,665. De sorte que pour un canal barré dans sa largeur, et quand la charge y sera moindre que le tiers de la hauteur du barrage, puisque $2,953 \times 0,665 = 1,9637$, on aura, L étant la longueur du barrage,

$$Q = 1,96 LH\sqrt{H}.$$

Mais lorsque la charge sera plus des 0,4 ou du tiers de la hauteur de la digue, il faudra avoir recours à une autre formule, à celle où l'on prend

Formule avec un terme fonction de la vitesse de l'eau dans le canal.

explicitement en considération l'effet de la vitesse de l'eau coulant dans le canal à son arrivée au déversoir.

Dans les expériences faites au château-d'eau de Toulouse, on a eu de fréquentes occasions de remarquer cet effet. Dès que la vitesse devenait bien sensible, plus elle était grande (et elle l'était d'autant plus, que la charge se trouvait plus forte, et surtout que le déversoir était plus large), et plus l'expression théorique de la dépense, $2,95 LH\sqrt{H}$, dans laquelle l'écoulement est censé n'avoir lieu qu'en vertu de la pression ou de la charge H , péchait par défaut, et son coefficient de correction m devenait plus grand. (Telle est en partie, mais en partie seulement, la cause de l'accroissement des coefficients, à mesure que la largeur du déversoir, à partir de $0^m,08$, augmente.) Il est évident que, dans le cas d'une vitesse notable, où l'écoulement se fait en vertu de la charge et en vertu d'une vitesse antérieurement acquise, il faut ajouter à la charge un terme dépendant de cette vitesse. D'après les principes admis, on ajouterait, à la hauteur ($\frac{4}{9}H$) due à la vitesse résultant de la seule pression, la hauteur due à la vitesse avec laquelle l'eau arrive dans la sphère d'activité du déversoir, hauteur qui serait $\frac{u^2}{2g}$, en représentant par u cette vitesse, et l'on aurait

$$Q = 2,953m' LH \sqrt{H + 0,115 u^2} \quad (1).$$

Dans cette équation, u est la vitesse de la por-

(1) *Traité d'hydraulique à l'usage des ingénieurs*, pages 65 et 72.

tion du courant qui va au déversoir, et au moment où elle atteint le point où commence l'inflexion vers le seuil. Cette vitesse, étant plus grande que celle des portions environnantes, sera supérieure à la vitesse moyenne du courant, laquelle est égale à la dépense divisée par la section, ou à $\frac{Q}{L(H+a)}$, si l'on désigne par L la largeur du canal supposé rectangulaire, et par a l'élévation du seuil au-dessus du fond de ce canal. D'un autre côté, u sera plus petit que la vitesse à la surface du courant; car, dans un cours d'eau, la plus grande vitesse est à sa surface; elle y est d'environ un quart plus considérable que la vitesse moyenne. Cependant, comme u n'en différera, le plus souvent, que d'une quantité très-petite, et pour mieux faire ressortir l'effet de la vitesse dans l'équation, nous admettrons l'égalité, et nous supposerons en conséquence

$$u = \frac{1,25Q}{L(H+a)}.$$

Même avec cette valeur, la plus forte qu'on puisse avoir, la nouvelle formule ne différera de l'ancienne, dans ses résultats, que lorsque la vitesse dans le canal sera déjà assez forte. Autrement, $0,115 u^2$ sera fort petit comparativement à H , et il pourra être négligé: il le pourra d'autant plus, qu'étant toujours faible et sous le radical, il n'influera guère que par la moitié de sa valeur. Ainsi, s'il est les 2, 4 ou 6 centièmes de H , les deux formules, à coefficient égal, ne différeront que de 1, 2 ou 3 centièmes: dans ces trois cas, la section de la lame fluide au déversoir, ou LH , sera respectivement 5,8; 4,1 ou 3,35 plus petite

que la section du courant dans le canal. Ainsi, tant que la première section n'excédera pas la cinquième partie de l'autre, les résultats des deux formules, dépenses ou coefficients, seront égaux à un centième près. Tel a été le cas des déversoirs de M. Castel, tant que les largeurs ont été au-dessous de la moitié de celle du canal. Mais lorsqu'elles ont augmenté, les différences se sont trouvées plus considérables, et elles ont atteint leur *maximum* lorsque la largeur du déversoir a été égale à celle du canal. On a bien corrigé, en partie, l'erreur en moins de la formule à un seul terme, en augmentant son coefficient, que l'on a porté graduellement de 0,60 à 0,665. Mais cette méthode a encore été quelquefois en défaut; et il sera, sinon plus simple, du moins plus général et plus rationnel d'employer la formule renfermant en sus un terme fonction de la vitesse de l'eau dans le canal.

Cette formule conviendra surtout aux canaux où l'eau déverse par un barrage, sur toute leur largeur, et les expériences de M. Castel sur ces canaux vont nous mettre à même de déterminer son coefficient numérique. Les divers coefficients qu'il a obtenus sur le canal de 0^m,74 sont portés au tableau ci-dessous.

Charge sur la digue.	Coefficient <i>m'</i> , la hauteur de la digue étant de						
	0 ^m ,225	0 ^m ,17	0 ^m ,13	0 ^m ,093	0 ^m ,075	0 ^m ,041	0 ^m ,032
mètres.							
0,08	0,651	0,640	0,650	0,635	0,647	0,667	0,676
0,06	0,655	0,647	0,649	0,642	0,652	0,664	0,676
0,05	0,657	0,650	0,652	0,646	0,655	0,665	0,676
0,04	0,660	0,654	0,656	0,650	0,660	0,668	0,680
0,03	0,663	0,657	0,659	0,656	0,667	0,677	0,691

En somme, ces coefficients présentent de moins grands écarts que ceux que donnerait la formule à un seul terme; et ils déposent ainsi en faveur de celle qui en a deux. Naturellement, il convient de mettre dans une catégorie particulière ceux des deux dernières colonnes; avec des digues très-basses et avec des charges qui en ont presque toujours considérablement excédé la hauteur, on était plutôt dans le cas d'un cours d'eau que dans celui d'un déversoir; d'ailleurs, dans chacune de ces colonnes, les coefficients ont présenté une régularité remarquable (en exceptant encore ici la charge de 0^m,03): quant aux coefficients des autres digues, ils sont généralement les mêmes; et, en faisant abstraction de deux termes extrêmes, qui sont évidemment anormaux, on trouve que dans les 23 autres la variation n'a été que de 0,640 à 0,663, et que leur terme moyen est de 0,652. Le canal de 0^m,36, avec son barrage de 0^m,17, a donné un résultat à peu près pareil, 0,656: ici le terme 0,115 *u*² a paru avec tout son avantage; il a rapproché de l'égalité des coefficients qui avaient varié de 0,673 à 0,700. Prenant le terme moyen entre 0,652 et 0,656, et observant que $2,953 \times 0,654 = 1,931$, on aura finalement:

H.	<i>m'</i> .
0 ^m 12	0,658
0, 10	0,652
0, 08	0,649
0, 06	0,653
0, 05	0,655
0, 04	0,660
0, 03	0,665

$$Q = 1,93 LH \sqrt{H} + 0,115 v^2.$$

Expression dans laquelle *v* sera la vitesse à la surface du courant dans le canal, vitesse que l'on déterminera à l'aide de flotteurs, ou de toute autre manière.

Profils relatifs
à l'inflexion
de la surface
fluide.

L'exacte détermination de la dépense par les déversoirs, à l'aide des formules ci-dessus, tient principalement à une bonne mesure de la charge H. En 1835, M. Castel, en voyant la surface de l'eau dans le bassin s'infléchir de toutes parts vers le seuil du déversoir, avait observé que le long de ses ailes, à peu de distance de l'ouverture, elle paraissait conserver son niveau primitif. S'il en eût été réellement ainsi, la détermination de la charge serait faite, et bien facilement, en mesurant la différence de niveau entre le seuil et la ligne de flottaison le long des ailes. Il importait, en conséquence, de bien constater l'égalité de niveau de l'eau en plein bassin et le long des ailes. Les profils en long que M. Castel faisait dans chaque expérience pour avoir la charge, lui donnaient le premier niveau; pour connaître le second, il lui fallait des profils en travers par un plan parallèle au déversoir et peu éloigné de lui. Il en a relevé quinze sur le canal de 0^m,36, à 0^m,005 en amont du déversoir, et à l'aide d'une règle portant, de 0^m,025 en 0^m,025, des tiges mobiles pareilles à celles dont nous avons parlé au sujet de la détermination des charges.

Largeur du déversoir.	Charge sur le seuil.	Étendue de l'inflexion.	Surélévation de l'eau.
mèt.	mèt.	mèt.	mèt.
0,05	0,18	0,06	0,0000
0,05	0,06	0,05	0,0000
0,10	0,18	0,05	+ 0,0010
0,10	0,06	0,04	0,0000
0,20	0,18	0,03	+ 0,0027
0,20	0,12	0,03	+ 0,0003
0,20	0,06	0,02	+ 0,0001
0,30	0,12	0,01	+ 0,0027
0,30	0,08	0,01	0,0000

Je donne ici quelques résultats de ces profils indiquant, pour quelques cas, 1° l'étendue de l'inflexion de la surface fluide le long des ailes du déversoir; au delà la surface demeure horizontale; 2° l'élévation de cette surface au-dessus du niveau général du fluide dans le bassin avant son inflexion

vers le seuil. Il suit de ces observations :

Que l'inflexion le long des ailes ne s'étend qu'à quelques centimètres au delà des bords de l'ouverture; et, ce qui est remarquable, elle s'y étend à une distance généralement d'autant plus grande que les déversoirs sont plus étroits. Serait-ce un fait particulier à notre canal? Je ne le crois pas; au reste, l'étendue ne peut être constatée que d'une manière très-approximative: qu'il nous suffise de savoir qu'elle n'atteint pas même un décimètre.

Que la surélévation, ou le relèvement du fluide contre les ailes, qui a été insensible dans la plupart des cas, a naturellement augmenté avec la charge et la largeur du déversoir; il a atteint 0^m,0027 dans les vitesses à peu près les plus grandes qu'on pût avoir avec des déversoirs dans un canal qui n'avait que 0^m,36 de large. Il eût été plus grand encore immédiatement contre les ailes, et la capillarité y aurait encore ajouté ses effets.

Sans ce relèvement il serait bien aisé d'avoir la charge H, il suffirait de prendre sur chacune des deux ailes, à un décimètre environ du bord du déversoir, un point de la ligne de flottaison, de tendre un fil d'un de ces points à l'autre, et de mesurer directement l'élévation de ce fil sur le milieu du seuil; on n'aurait alors besoin d'aucun nivellement ou autre opération délicate pour déterminer H. Au reste, dans la pratique on pourra quelquefois, ou apprécier le relèvement, ou se mettre hors de sa portée, en tendant le fil entre deux points de flottaison, pris sur les parois latérales du canal, à peu de distance du déversoir. Il est même des cas où ces points pourraient être pris sur les ailes, un peu au-dessous de la som-

mité du relèvement ; car ce relèvement, n'étant qu'un effet de la vitesse avec laquelle le fluide vient frapper les ailes, représente en partie la hauteur due à cette vitesse, et, en le comprenant dans H , la formule à un seul terme, $1,77 \sqrt{HV/H}$, se trouvera renfermer implicitement l'effet de la vitesse du courant : au reste, une telle méthode ne peut être qu'approximative ; elle n'est pas fondée en théorie.

La forme de l'inflexion de la surface fluide, donnée par les profils en travers de M. Castel, est la même que celle qui avait déjà été signalée par MM. Bidone, Poncelet et Lesbros ; ainsi, je ne m'y arrêterai pas. Qu'il me suffise de dire que la ligne d'inflexion, l'intersection de la surface infléchie et du plan de coupe, a été le plus souvent une courbe concave dont la flèche correspondait au milieu du déversoir ; toutefois elle présentait, assez fréquemment, un relèvement vers ce milieu ; quelquefois même on a eu deux relèvements, un à chaque côté du milieu ; la ligne était alors comme ondulée. Le sommet de ces ondes est mobile ; et par conséquent il est très-difficile de prendre exactement et directement au-dessus du milieu du seuil la quotité de l'inflexion ; telle est la raison qui rend difficilement applicables à la pratique les formules dans lesquelles entre cette quotité.

Dans chacune des expériences de M. Castel, la détermination de la charge a été faite à l'aide d'un profil en long, et l'on a eu ainsi quelques centaines de tels profils. On en a fait connaître les résultats à l'occasion des expériences de 1835 ; celles de 1836 les ont confirmés sans modification.

NOTICE

Sur le chauffage des machines à vapeur ;

Par M. CORDIER, Inspecteur général des mines.

A quelques exceptions près, on chauffe partout les machines à vapeur avec du charbon de terre. Ce combustible est employé tel que le commerce peut le livrer, c'est-à-dire en morceaux de grosseur moyenne mêlés de petits fragments. On le projette à la pelle sous les chaudières, par charges intermittentes qui, terme moyen, se succèdent de dix en dix minutes. Ce mode a de nombreux inconvénients, dont voici les principaux : refroidissements fréquents du fourneau ; inégalité des coups de feu et de la production de la vapeur ; dégagement après chaque charge d'une immense quantité de fumée, incommode et souvent préjudiciable à tout le voisinage ; perte des matières combustibles ainsi dégagées ; nécessité d'un tisage répété et d'une surveillance continuelle de la part d'un ouvrier chèrement payé ; enfin altération rapide des chaudières et des tubes bouilleurs, tant par l'oxidation que par les variations brusques de dilatation que le métal éprouve lorsque l'air froid s'engouffre dans le fourneau pendant les charges et pendant le tisage.

L'idée de remédier à ces inconvénients n'est pas nouvelle. Il y a longtemps qu'en Angleterre on a proposé d'employer des distributeurs mécaniques pour introduire la houille dans les four-

neaux des machines à vapeur, et qu'on s'est occupé de perfectionner ces appareils; mais quelque usage qu'on en ait fait en Angleterre, tous les efforts qui ont été tentés jusqu'à présent pour les introduire en France ont été sans succès.

Cependant, il y a environ vingt ans, c'est-à-dire lorsque ces sortes d'appareils étaient encore peu perfectionnés, on en a établi un à Paris aux bains du quai de Gèvres, et c'est vraisemblablement le seul de ce modèle qui ait été importé. Il a continué jusqu'à ce jour à fonctionner utilement, et ses avantages étaient sans contredit suffisants pour provoquer l'imitation. Il consiste principalement en une trémie qui, remplie de charbon de terre et placée au-dessus de la chauffe du fourneau, s'ouvre à sa partie inférieure à chaque demi-minute pour laisser tomber une quantité toujours égale de combustible sur la grille, qui est circulaire, et qui tourne sur elle-même d'un mouvement continu, mais très-lent. Chaque révolution de cette grille exige trois à quatre minutes. D'après ces bases, il est aisé d'imaginer le jeu du mécanisme, et de concevoir qu'il est loin de résoudre complètement le problème.

En 1822, la solution se trouvait avoir été singulièrement avancée en Angleterre. Au débit alternatif de la houille brute, on avait substitué une trémie à débit continu, et livrant la houille par l'intermédiaire d'un mécanisme broyeur; de plus, on avait remplacé la grille tournante par une grille fixe sur laquelle la houille, grossièrement pulvérisée, était projetée au moyen d'un ventilateur vertical.

A la fin de cette même année, un mécanicien extrêmement distingué, M. Collier, dont la France

industrielle regrette vivement la perte récente, prit chez nous un brevet d'importation pour le distributeur mécanique ainsi modifié; mais il eut bientôt reconnu que dans la pratique l'appareil laissait beaucoup à désirer, et dès lors il se livra à des essais en grand pour le rendre meilleur. Trois brevets de perfectionnement, obtenus par lui dans le courant de 1823, attestent la progression et le succès de ses recherches. Au moyen des dispositions nouvelles inventées alors par M. Collier, le distributeur est définitivement devenu tel qu'on pouvait le souhaiter; la *Pl. VI* en présente le détail, et j'en donnerai ci-après une description sommaire.

Dans cet état de choses, on devait espérer que l'usage de l'appareil se répandrait en France; mais il n'en a pas été ainsi. Tous les efforts, que M. Collier a pu faire dans plusieurs établissements où il avait appliqué son distributeur, ont échoué, chose remarquable, contre la mauvaise volonté et la coalition tacite des chauffeurs, qui voyaient clairement que, si le procédé réussissait, leurs intérêts particuliers seraient grandement compromis. Fatigué de cette lutte, M. Collier finit par abandonner l'entreprise, et cela avec d'autant plus de raison qu'il avait besoin de toute son activité pour propager l'emploi de plusieurs autres mécanismes entièrement de son invention et beaucoup plus importants: tel est celui qui porte le nom de *Tondeuse*, et celui beaucoup plus remarquable peut-être et cependant moins connu, qui sert à peigner les laines en grand.

Mais pendant que le nouveau distributeur est resté ignoré chez nous, son utilité a été appréciée en Angleterre, et son emploi y a successivement

pris une telle extension, qu'il est à présumer que l'appareil va nous revenir comme production étrangère tout à fait nouvelle, et qu'à ce titre du moins, il sera favorablement accueilli.

Déjà deux de ces appareils ont été importés depuis très-peu de temps, et l'un d'eux a commencé à fonctionner dans la belle filature de laine de M. Griolay, à Paris.

M. Collier, presque à la même époque, a eu occasion d'en ériger un pour le service de ses propres ateliers. L'appareil, fabriqué chez lui et sous ses yeux, posé et mis en activité d'après ses instructions, doit évidemment être considéré comme un modèle en action, qui sera utilement consulté par tous ceux que le sujet peut intéresser. J'ai pensé qu'on ne pouvait trop se hâter d'en constater les effets.

Tout le mécanisme est verticalement appliqué à la face antérieure du fourneau d'une machine à vapeur à haute pression, de la force de six chevaux. Il se compose principalement d'une trémie à débit continu, de deux cylindres broyeurs horizontaux à pointes de diamant, et de deux projecteurs circulaires, contigus, placés dans le même plan horizontal, lesquels tournent en sens inverse et concourent au même effet. La houille, à mesure qu'elle descend par la trémie, est réduite partie en petits éclats, partie en poussier, par les broyeurs; ainsi préparée, elle tombe sur les projecteurs, dans l'espace seulement qui est compris entre leurs deux axes, et elle est continuellement lancée par eux sur la chauffe incandescente. La forme de ces projecteurs est celle d'une roue composée d'une coquille conique droite et de six palettes trapézoïdales, verticale-

ment implantées autour de la coquille. Leur vitesse est de près de deux cents tours par minute, et l'on conçoit qu'un léger effet de ventilation doit se joindre à leur effet principal. Je n'ai pas besoin d'ajouter que le débit du combustible est facilement réglé à l'aide de vis de rappel, et que l'écartement des barreaux de la chauffe n'excède pas huit millimètres. Tout le système est en fer, et se trouve établi sur une grande et forte plaque du même métal, laquelle est verticale et percée convenablement du côté du fourneau. Cette plaque étant placée sur roulettes, l'appareil peut alternativement desservir deux chaudières. Si l'on n'avait qu'une chaudière à servir, il suffirait d'établir la plaque sur pivots, à la manière des portes ordinaires.

Le distributeur ainsi construit, fonctionne depuis près de six mois; voici les résultats observés :

1° L'action du chauffage est parfaitement régulière.

2° Toutes les parties du combustible, ou presque toutes, sont brûlées sous les bouilleurs et sous la chaudière.

3° La fumée qui se dégage au sommet de la cheminée n'excède pas la quantité qui est produite par beaucoup de foyers domestiques alimentés au bois. Elle est d'ailleurs d'une teinte roussâtre très-claire, et elle n'offre aucun des inconvénients qui rendent si incommode le voisinage des grands ateliers chauffés au charbon de terre.

4° On consomme à peu près un dixième de combustible de moins que par le procédé de chauffage ordinaire.

5° On emploie sans difficulté la houille menue,

c'est-à-dire celle qui est à vil prix dans le commerce.

6° Le tisage s'exécute facilement sans ouvrir le fourneau ; à cet effet, on se contente, à l'aide d'un ringard à crochet, promené sous la grille de la chauffe, de piquer de temps à autre la couche du combustible en ignition, de manière à ce qu'elle ne conserve jamais plus de trois centimètres d'épaisseur.

7° Le chauffeur, se trouvant chargé d'une surveillance du feu infiniment plus facile, peut non-seulement donner plus de soin à la surveillance de la machine elle-même, mais encore se livrer à d'autres services accessoires ; il a besoin d'ailleurs d'une moins grande habileté que les chauffeurs actuels.

8° Enfin l'appareil est susceptible d'être appliqué à toute espèce de fourneau déjà construit ; il peut ensuite en être séparé sans perdre de sa valeur et rentrer dans la circulation commerciale.

Tels sont les avantages que présente le distributeur que j'ai étudié. Il faut certainement porter en déduction, 1° le prix de l'appareil tout posé, prix qui s'élève à environ mille francs ; 2° la valeur de la quantité de force nécessaire pour faire mouvoir ce même appareil, quantité qui dans le cas spécial dont il est question, peut être évaluée à un demi-cheval, c'est-à-dire au douzième de la puissance de la machine à vapeur desservie ; mais il est évident que ces sacrifices sont bien loin de balancer les avantages du procédé.

Parmi ces avantages, il en est un qui, à raison de sa portée, mérite que j'ajoute quelques développements, et c'est par-là que je terminerai ; je veux parler de la propriété que l'appareil a

d'être presque entièrement fumivore. Des règlements d'administration publique ont suffisamment pourvu aux dangers que les machines à vapeur pourraient occasionner par leur explosion ; mais il faut convenir que ces règlements ne sont que trop souvent impuissants contre les inconvénients qui résultent des épaisses fumées produites par les machines qui ne sont pas d'une très-petite force. Dans beaucoup de lieux, l'établissement de ces machines a été autorisé au milieu ou à très-peu de distance des habitations, et ces habitations ont été plus ou moins dépréciées par suite des incommodités auxquelles la fumée donne naissance, quelques précautions d'ailleurs qui aient été prises relativement à la hauteur des cheminées des machines ; il est des villes, par exemple, où cette dépréciation autour d'une seule usine frappe sur une masse de valeurs foncières qui s'élèvent à plusieurs millions. D'un autre côté, comme ces inconvénients commencent à être bien connus, et comme en définitive la propriété foncière n'a pas de moindres droits à la protection du gouvernement que l'industrie manufacturière, les demandes en établissement de machine à vapeur au milieu des populations, éprouvent des oppositions de plus en plus vives, et il en résulte de grands obstacles à ce que ces puissants et indispensables instruments de travail se multiplient autant que les besoins toujours croissants de la civilisation et du commerce l'exigeraient. Un remède est vivement désirable dans les deux cas que je viens d'indiquer. Ce remède paraît incontestablement trouvé, c'est l'emploi du distributeur fumivore, dont j'ai cru utile de faire connaître les avantages. L'adoption de cet appareil

satisferait aux nécessités de l'ordre public comme aux intérêts bien entendus des propriétaires de machines, et il nous semble que l'administration serait fondée à intervenir pour la rendre obligatoire. Il ne s'agit pas ici d'un médiocre intérêt général; car cela touche au développement de la puissance mécanique de la France. Les bateaux à vapeur non compris, il existe en ce moment dans le pays plus de 1,700 machines à vapeur, dont la force totale, exprimée en nombre rond, est de 22,500 chevaux. Ces machines, en leur supposant une activité moyenne de seize heures sur vingt-quatre, produisent le travail journalier de 45,000 chevaux, ou celui de 450,000 hommes exercés à la fatigue. Leur accroissement annuel suit une progression rapide; la moyenne des six années, 1830 à 1835, a été de 131 machines; le chiffre de la seule année 1835 est de 293. Or, tout fait présumer qu'un tel essor n'est pas près de s'arrêter. Il importe donc que l'obstacle que nous avons signalé soit levé, et que sous ce point de vue les chances de la prospérité publique cessent d'avoir des limites.

Nota. Depuis la rédaction de cette notice, qui est extraite du compte rendu des séances de l'Académie des sciences, une addition importante et ingénieuse a été faite chez M^{me} Collier au distributeur fumivore; le tisage du charbon, dont il a été fait mention ci-dessus, a été remplacé par un mouvement oscillatoire de chacun des barreaux qui composent la grille. Les mâche-fers qui se forment dans le foyer sont brisés par ce moyen et s'échappent à chaque instant.

La *Pl. VII* et son explication font connaître les détails relatifs à ce perfectionnement.

EXPLICATION DES PLANCHES VI ET VII.

*Planche VI.**Distributeur fumivore de M. Collier.*

- A. Trémie qui contient la houille.
 B, B'. Cylindres broyeurs. Le cylindre B reçoit son mouvement de la machine à vapeur à l'aide des moyens de communication suivants :
a, a'. Tambours sur lesquels passent des courroies qui leur transmettent le mouvement de la machine à vapeur. On se sert de l'un ou l'autre des tambours *a, a'*, suivant que l'appareil est placé devant l'une ou l'autre des deux chaudières. On fait passer la courroie sur l'une des trois portions cylindriques qui forment chaque tambour, selon la vitesse que l'on veut obtenir.
b, b'. Roues réunies avec chacune des roues *c, c'*, par une corde sans fin.
c, c'. Roues fixées sur les axes *d, d'*.
d, d'. Arbres verticaux sur lesquels sont montés les projecteurs C, C'. L'arbre *d'* porte une vis sans fin, qui transmet un mouvement de rotation à la roue *c*. Cette roue est montée sur un axe qui porte une deuxième vis sans fin, qui fait tourner la roue *f* fixée à l'axe du cylindre B.
f. Roue dentée montée à l'autre extrémité de l'axe du cylindre B.
g, g'. Roues d'engrenage qui ont pour but de communiquer à la roue *h*, montée sur l'axe du cylindre B', un mouvement en sens contraire de celui du cylindre B.
 L'axe du cylindre B' peut être à volonté rapproché ou éloigné de celui du cylindre B au moyen du mécanisme suivant.
i. Point fixe autour duquel peut tourner le bras de levier *k*, qui porte l'axe du cylindre B'.
l. Vis qui sert à faire mouvoir le bras de levier *k*.
m. Vis qui servent à faire mouvoir les tourillons

de l'axe sur lequel est montée la roue *e* de manière que les divers engrenages aient lieu exactement.

- C, C'. Projecteurs dont on voit le détail sur la fig. 5.
 o. Regard pratiqué dans la boîte où sont contenus les projecteurs.
 nn. Porte qui forme la paroi antérieure de cette boîte.
 D. Plaque verticale en fonte sur laquelle est fixé l'appareil, et qui est portée sur des roulettes.
 p. Manivelle qui sert, à l'aide d'une roue d'engrenage et d'une crémaillère fixe, à faire mouvoir tout l'appareil.

Planche VII.

Détails relatifs au mouvement oscillatoire des barreaux de la grille.

- E. Barreaux en fonte. Chacune de leurs extrémités *q* est arrondie à sa partie inférieure, afin de permettre au barreau de prendre un mouvement d'oscillation. Chaque barreau porte un appendice *r* terminé par un goujon.
 F. Barre de fonte percée de trous qui reçoivent les goujons des appendices *r*.
 G. Arbre horizontal formé de deux parties réunies par un manchon *s* que l'on fait glisser sur la douille carrée que porte l'arbre, lorsqu'on veut changer de place le distributeur fumivore. L'axe *G* porte un goujon *t* qui entre dans un anneau fixé à la barre *F*, auquel il communique le mouvement de va-et-vient qu'il reçoit lui-même de la bielle *H*.
 H. Bielle verticale portant à sa partie inférieure un œil dans lequel passe un goujon *u* fixé à l'arbre *G*.
 K. Excentrique fixé à l'axe du cylindre fixe *B*, et qui communique un mouvement d'oscillation à la bielle.
 L. Tubes bouilleurs.
 M. Chaudière à vapeur.
 Les mêmes lettres indiquent les mêmes parties que sur la planche précédente.

NOTICE

Sur la carbonisation du bois dans les départements des Ardennes et de la Meuse, et détails économiques sur le prix de la façon et des transports;

Par M. SAUVAGE, élève ingénieur des mines.

Le mode que l'on emploie pour la carbonisation du bois est le même dans les deux départements de la Meuse et des Ardennes; les bois y sont à peu près de la même nature, et les procédés tendent, dans chaque localité, à s'améliorer par les mêmes modifications.

Les essences cultivées sont mêlées. Elles consistent principalement en hêtre, chêne, tremble, saule et charme. Nulle part il n'existe d'essences résineuses. Le rapport général des diverses espèces est le suivant :

Hêtre et chêne	$\frac{1}{4}$;
Tremble et saule	$\frac{1}{4}$;
Charme	$\frac{1}{2}$.

La contrée que l'on peut désigner sous le nom de Basse-Meuse fait seule exception. Elle produit spécialement du hêtre, et la proportion peut en être évaluée aux $\frac{2}{3}$ de tout le bois cultivé dans ces localités.

On remarque que le chêne exige pour sa meilleure croissance un terrain un peu humide et montueux. Le charbon qu'il produit est le plus dur et le plus dense.

Essences.

Le hêtre et le charme se plaisent dans les terrains secs, et donnent un bois dur et un excellent charbon.

Le tremble et le saule donnent les plus mauvais charbons.

Aménagement. Dans les Ardennes, l'intervalle entre les coupes est d'environ 25 ans. Les particuliers tendent à ramener l'aménagement à 18 et 22 ans. Le but de ce plus court intervalle est la production du taillis, motivée sur la suppression de la futaie dans la plupart des bois. De cette suppression résulte une crué plus facile des essences tendres, telles que le saule, l'aulne, le bouleau, le tremble, et généralement même de tout le taillis.

Quelques maîtres de forges prétendent que dans plusieurs localités l'aménagement à 25 ans est trop grand pour les bois tendres, et qu'un grand nombre en souffrent et meurent. A Montfaucon (Meuse) cependant, j'ai vu des trembles âgés de 56 ans, qui, loin d'avoir souffert d'une longue existence, étaient superbes.

Il est difficile de rien généraliser à ce sujet, et il existe réellement des localités où un aménagement de 25 ans paraît bien considérable. Dans les arrondissements de Bar-le-Duc et de Commercy, il semble que l'intervalle le plus constant entre les coupes est de 30 ans, et même au-dessus. Certains s'en plaignent, et observent que dans la plus grande partie des localités où il existe une faible profondeur de sol, les essences tendres cessent de produire à 25 ans. Ce dernier intervalle serait donc, suivant eux, le plus convenable; car au-dessus de 25 ans, non-seulement le bois tendre ne produirait pas, mais même s'altérerait en pourrissant. Dans ce cas, il y aurait perte pour l'état,

qui ne rentre pas dans ses fonds, et perte pour l'industrie d'une quantité notable de combustible dans un moment de pénurie.

La conclusion à tirer de ce qui précède, c'est que dans les deux départements les particuliers tendent à diminuer l'intervalle entre les coupes.

Le rendement moyen de l'hectare varie entre des limites fort larges, de 100 à 300 stères. Cependant on peut admettre pour les deux départements le nombre de 150 stères par hectare et par coupe, comme le plus constant et le plus général pour ce qui concerne le taillis, 180 si l'on ajoute les petits plants. On laisse sur pied une réserve de 30 à 40 stères. Dans les ventes les coupes sont généralement de cinq à dix hectares, qui rendent de 900 à 1.800 stères de bois de charbon.

Le temps de la coupe est très-variable d'une localité à l'autre, suivant la nature du bois et du terrain et principalement l'exposition de la forêt. On évite les coupes d'été, et l'on préfère celles d'automne.

Autrefois l'abattage se faisait partout à la hache et à la serpe. La hache abattait tout, brins et arbres. La grande receppe divisait les troncs, les corps et branches jusqu'à 2 pieds de circonférence; la serpe coupait les branchages. Presque partout aujourd'hui, l'on substitue la scie aux instruments tranchants. Dans la Meuse, dans l'est et le midi des Ardennes, la petite scie à main remplace la serpe et la hache dans la section des branches et corps qui n'ont pas trop de diamètre et qu'on tranchait d'un seul coup. La grande scie est employée pour les autres. Il résulte de la substitution de ce mode au précédent un supplément de façon de 15 à 25 centimes par corde de trois

Rendement
de l'hectare.

Temps
de la coupe.

Abattage.

stères, mais une économie considérable et évidente sur les débris et le rendement en charbon. Non-seulement dans l'abattage à la hache on produit une quantité considérable de menus débris par les éclats, mais en outre, dans la carbonisation, les parties non détachées de la bûche éclatent à l'impression de la chaleur, dérangent les tas, et le charbon formé avec les écailles est tellement fragile, qu'il se brise et se perd complètement dans les transports.

On préfère donc aujourd'hui la scie. Quand le trait est assez avancé, on fait tomber l'arbre à l'aide de coins de fer qui servent à déterminer la direction de sa chute. L'arbre abattu, on l'ébranche. Dans quelques localités on exige que les arbres soient ébranchés avant d'être abattus; mais cette pratique paraît n'avoir aucun avantage, et elle expose les ouvriers. Dégagé de ses branches, le tronc est scié en blocs ou billes, et celles-ci fendues en deux ou quatre selon leur grosseur.

La carbonisation se faisant en meules, on choisit l'aire ou faulde, la plus convenable suivant les règles et usages ordinaires, et l'on y transporte le bois de la coupe. Dans la forêt, le transport se fait pour les terrains plats à la brouette, et pour les côtes rapides au moyen d'une espèce de chevallet ou traîneau appelé *bayard*, sur lequel on fait glisser très-rapidement la charge de deux brouettes, environ $\frac{1}{2}$ stère.

(Je réserve les détails économiques pour les présenter tous à la fin.)

Le bois qui doit être carbonisé en meules reçoit une longueur d'environ 28 à 30 pouces. On tend à réduire cette dimension et à ne la plus por-

Transport
à la faulde.

Construction
de la meule.

ter qu'à 24 pouces. Il est vrai que la main-d'œuvre est plus considérable, mais il paraît qu'il y a compensation et au delà dans l'économie qui résulte d'une carbonisation meilleure et d'une conduite plus facile. On place les bûches en les dressant, ce qui donne à la meule l'aspect d'un cône tronqué.

La saison que l'on choisit de préférence pour la carbonisation est l'été. Elle offre abondamment le gazon, la mousse, le feuillage et l'eau indispensables aux opérations. Les vents sont moins fréquents, les journées plus longues, et par suite la surveillance moins interrompue. On choisit pour la faulde, un lieu sec, abrité, non sujet aux inondations. On apporte un grand soin dans son choix et sa préparation. Le défrichement et l'arrangement de chaque nouvelle place à fourneau peut être évalué à 50 francs moyennement. Il y a donc intérêt à utiliser la même aire le plus grand nombre de fois possible. Un lieu sec, d'un terrain qui n'est pas assez léger pour donner en dessous passage à l'air atmosphérique, ni assez compacte pour s'opposer à l'infiltration des liquides, étant choisi, on aplanit le sol, on dépouille le gazon, on extrait les souches et les racines. On place au point du milieu une perche verticale, autour de laquelle on dresse le bois par enveloppes concentriques. On range ainsi en meule dans les deux départements dont il est question, environ 60 ou 90 stères de bois. Ces meules se composent ordinairement de trois piles. La dernière pile ou calotte, composée de bûches dont l'inclinaison est plus forte, a une forme arrondie. L'expérience a démontré qu'il importe que l'inclinaison des bûches soit la plus faible possi-

Saison.

Faulde.

Quantité de
bois pour
une meule.

ble. On allume la meule au centre en y portant le feu par le vide que laisse la perche après qu'on l'a retirée.

Arrangement
de la meule.

Dans l'arrangement de la meule on place les plus grosses billes au centre, et on cherche autant que possible à remplir les interstices par les petites branches. Le bois de quartier est dressé le cœur vers le centre, afin qu'il reste moins d'intervalle entre les bûches. Après sa confection, toute la meule est recouverte d'une couche de terre qui repose sur un lit de feuillage, de bruyère, de mousse et de gazon, dont on enveloppe la meule. L'épaisseur de l'enveloppe est de 8 à 10 centimètres.

Notre but n'étant pas ici de décrire une carbonisation en meule, nous passons rapidement sur tous ces détails.

Fin de la
carbonisation.

Quand la cuisson est terminée, la meule a changé de forme. Non-seulement elle est devenue plus petite par le retrait du bois, mais sa surface n'est plus aussi régulière. On peut en quelque sorte, par l'aspect du tas, juger de la qualité du charbon.

La cuisson achevée, on bouche toutes les ouvertures, et on rafraîchit la meule pendant vingt-quatre heures. Puis on la nettoie, on l'éteint, et l'on retire le charbon en commençant par la base, et en enlevant zone par zone de bas en haut; puis on continue en recommençant par le bas jusqu'à entier épuisement.

Temps de
l'opération.

On compte pour la carbonisation de 60 à 90 stères de sept à douze jours, suivant la saison et l'état de l'atmosphère.

Transport.

Le charbon éteint est chargé avec le plus grand ménagement, et transporté aux usines; le transport a lieu généralement dans des bannes en osier sur des voitures à quatre roues. Dans le midi du département des Ardennes, vers Vouziers, pour un petit nombre d'usines seulement, on utilise la navigation de la Meuse. Enfin une modification importante tend à s'introduire dans le transport. Quand le charbon est amené dans de grandes bannes, sur des voitures à quatre roues, le déchargement ne se fait que difficilement, et non sans une grande perte par le brisement et le choc; car on doit renverser les voitures sur le derrière, contre un plan vertical. On a essayé l'emploi de chariots à deux roues, supportant une petite banne. Au lieu de renverser la voiture, on ouvre le fond de la banne, et le charbon s'écoule en tombant d'une petite hauteur. Les résultats de cette méthode ont paru fort avantageux. La banne ordinaire contient 4 mètres cubes et demi.

Les charbons transportés aux usines sont conservés sous des halles spacieuses, il importe de ne pas les brûler de suite après la cuisson; ils brûlent avec trop de facilité et produisent moins d'effet. D'un autre côté, il est fort utile qu'ils ne soient pas exposés à l'humidité, car ils l'absorbent avec rapidité et se détériorent promptement.

Rendement.

Dans les arrondissements de Bar et de Commercy (Meuse), les résultats moyens de chaque localité paraissent s'accorder, et sont les suivants :
6 cordes, 25 (la corde = 2 stères) produisent 1.000^k. de charbon. Le bois, refendu et cordé,

Arrondissem.
de Bar et de
Commercy.

pèse 375^{k.} le stère. Il en résulte que 4.687^{k.},50 rendent 1.000^{k.} de charbon, ou 21,78 p. $\frac{\circ}{\circ}$.

On aurait alors : poids du stère. . . 375^{k.}
 rendant en volume de charbon . . . 0^{m.c.},33
 et en poids 80^{k.}

Le poids du mètre cube de charbon est évalué à 240, ce qui fait voir que le charbon de ces localités est considéré comme assez pesant.

Arrondissem. de Vouziers. En passant à l'arrondissement de Vouziers, on trouve assez de variations dans les résultats obtenus.

A *Champigneulle* on obtient, dit-on, le résultat suivant :

1 stère de bois, mêlé en essences et en gros-seurs, pèse moyennement 375^{k.}.

10 stères de bois donnent en charbon un char de 16 poinçons de 50 à 60^{k.} et de 7^{p.c.} $\frac{\circ}{\circ}$, soit 0^{m.c.},257.

Donc :

1^o 10^{m.c.} de bois donnent 0^{m.c.},257 \times 16 = 4^{m.c.},112 en charbon, ou 41 p. $\frac{\circ}{\circ}$ en volume.

2^o 3.750^{k.} de bois donnent (50 à 60) \times 16 = 800 à 960^{k.} de charbon, ou 21 p. $\frac{\circ}{\circ}$ en poids.

Suivant une autre indication :

2^{st.},50 donnent 1^{m.c.} de charbon de 200^{k.}, d'où :

100^{m.c.} de bois rendent 40^{m.c.} de charbon.

100^{k.} de bois rendent 21^{k.},33 de charbon.

Aux *Bièvres*, le résultat annoncé est bien moins avantageux :

1 stère rend 62^{k.} de charbon, ou 31 p. $\frac{\circ}{\circ}$ en volume, et 17 p. $\frac{\circ}{\circ}$ en poids.

A *Maucourt*, on obtient de 29 à 30 p. $\frac{\circ}{\circ}$ en

volume, et 50 à 70^{k.} au stère, selon que le bois est doux ou dur. Le charbon de bois tendre pèse, au mètre cube, 200^{k.}; celui de bois dur 240^{k.}.

Ce qui ferait, pour le rendement en poids, soit 19, soit 17 p. $\frac{\circ}{\circ}$.

Rassemblant les trois derniers résultats pour l'arrondissement de Vouziers, on aurait (1) :

Poids du stère de bois.	Le stère rend :		100 de bois rendent en poids.	Poids du mètre cube de charbon.
	Volume.	Poids.		
kil. 375	m.c. 0,41	k. k. 80 à 96	21,33	194 à 233
"	0,40	80	21	200
"	0,31	62	17	200
"	{ 0,29	{ 59	{ 17	{ 200
"	{ 0,30	{ 70	{ 19	{ 240

J'attribue le rendement plus fort des deux premiers résultats aux soins particuliers de la carbonisation, qui consistent à faire trier aux bûcherons (moyennant 0^{f.} 15 par double stère), pendant qu'ils débitent, le bois en essences tendres et dures; et pour chaque essence, à séparer le gros bois du petit.

Dans l'arrondissement de Sedan, on a obtenu les résultats suivants :

Arrondissem.
de Sedan.

A *Hurancourt*, 1 stère rend 61^{k.} de charbon.

Idem 30 p. $\frac{\circ}{\circ}$ en volume.

(1) Tous les poids de charbons ont été déterminés par des pesées après refroidissement.

Le poids du mèt. cub. de charbon tendre = 180^k.

Le poids du mètre cube de charbon dur = 220^k.

A Bazeilles, on évalue le poids du stère à 286^k.

Le rendement en volume, à 32 ou 33 p. $\frac{\circ}{\circ}$.

Idem en poids à 23 p. $\frac{\circ}{\circ}$.

Le poids du mètre cube de charbon étant 180 à 220^k.

Peut-être, dans cette donnée, le poids du stère de bois est un peu faible, ce qui rend plus fort qu'il ne l'est en réalité le rendement pour $\frac{\circ}{\circ}$ en poids. Cependant on prétend que ce poids résulte de la moyenne d'un grand nombre d'expériences.

Arrondissem. de Sedan, Mézières, Rocroy, partie de Vouziers. Pour les arrondissements de Sedan, Mézières, Rocroy et une partie de Vouziers, la moyenne, déduite de la carbonisation de 432.000 stères de bois, paraît être la suivante :

30 p. $\frac{\circ}{\circ}$ en volume.

60^k au stère.

Il y a incertitude sur le poids du stère; toutefois, sans trop s'écarter de la vérité, on peut l'évaluer à 300^k, ce qui porterait le rendement en charbon en poids à 20 p. $\frac{\circ}{\circ}$.

Ces faits se rapportent à des bois de seize à vingt ans, de vingt-cinq ans et de réserve de trente à quarante ans. Le produit en volume a été jusqu'à 34 p. $\frac{\circ}{\circ}$ dans le cas d'un cordage très-soigné pour le bois de vingt-cinq ans.

Le poids moyen du mètre cube de charbon est évalué à 180^k, il augmente jusqu'à 216^k quand il est humide. Le poids moyen, dans les halles, est environ 200^k.

Rendement dans le département des Ardennes. De ce qui précède on pourrait déduire, pour l'expression moyenne et la plus générale du rendement dans les Ardennes, le chiffre suivant :

— 30 à 33 p. $\frac{\circ}{\circ}$ en volume;

— 60 à 66^k au stère.

Le rendement en poids est très-difficile à évaluer, puisqu'il repose sur une donnée le plus souvent incertaine. Toutefois, l'on n'est pas loin de la vérité en admettant, pour le poids du stère de bois dur 375^k, et 300 pour celui des autres, ce qui porterait le rendement en poids à 18 et 22 p. $\frac{\circ}{\circ}$ dans la plupart des cas.

Pour le département de la Meuse, et la plus grande partie de l'arrondissement de Vouziers, le chiffre serait différent, et l'on pourrait ad- Rendement dans le département de la Meuse.

mettre :

De 33 jusqu'à 40 p. $\frac{\circ}{\circ}$ en volume,

80^k au stère.

Et le poids du stère paraissant être 375^k le rendement en poids du charbon est 21 p. $\frac{\circ}{\circ}$.

— Le poids du mètre cube de charbon sec, mêlé en essence, est généralement 180^k.

Et, après le séjour dans les halles, on peut l'évaluer à 200^k.

Pour le charbon de bois dur, il va jusqu'à 240^k.

Ainsi donc :

ARDENNES.	Bois mêlés.
Poids du stère de bois.	300 ^k .
Un stère rend en volume.	0 ^{m.c.} , 30 à 0 ^{m.c.} , 33
Un stère rend en poids.	60 ^k à 66 ^k .
100 de bois en poids rendent.	20 à 22
Le poids du mèt. cube de charbon est	200 ^k .

MEUSE.	Bois durs.
Poids du stère de bois.	375 ^k .
Un stère rend en volume.	0 ^{m.c.} , 33 à 0 ^{m.c.} , 40
Un stère rend en poids.	80 ^k .
100 de bois en poids rendent.	21 $\frac{\circ}{\circ}$
Le poids du mètre cube de charbon est	240 ^k .

MEUSE.

Bois tendres.

Même résultat que dans les Ardennes.

Frais d'abattage, façon du charbon, etc., etc.
 — *Prix des transports.*

Il est assez difficile de séparer les uns des autres les divers frais des opérations pratiquées sur le bois dans les forêts. J'ai pu cependant réunir un assez grand nombre de données, et, en les ramenant à la même unité, puis prenant des moyennes, j'en ai conclu qu'elles s'accordent toutes assez bien, au moins entre certaines limites relatives à une différence de positions.

Toutes les données qui vont suivre sont relatives au stère de bois de charbon. Si l'on voulait faire du bois en bûches, elles seraient complètement différentes, et pour passer de l'une à l'autre, on pourrait se baser sur ce fait, résultat de l'expérience, que si l'on débitait une corde de bois en bûches, en bois de charbon, elle produirait une corde et un tiers ($1\frac{1}{3}$) de ce dernier.

Au reste, le bois en bûches n'est pas celui qui nous intéresse aujourd'hui, et nos résultats se rapportent aux bois qui produisent le charbon employé dans les ateliers métallurgiques.

Le prix fondamental, celui du stère de bois de charbon sur pied, varie d'une année à l'autre, suivant le nombre plus ou moins grand des établissements, et la concurrence des consommateurs.

Les frais pour abattre, ébrancher, corder, etc., etc., sont évalués à 0^f.50 par stère en moyenne pour les deux départements des Ardennes et de la Meuse.

Le prix du transport du bois dans la forêt peut être compté sur le pied de 0^f.10 à 0^f.15 par

kilomètre sur terrains plats; en terrains montagneux, il s'élève jusqu'à 0^f.25.

Les frais de carbonisation et divers montent de 0^f.25 à 0^f.30 pour la même unité; et enfin pour le transport aux usines, on évalue le prix par lieue (4 kilom.), et par quintal métrique de charbon, à 0^f.25 ou 0^f.30, quelquefois 0^f.40 dans le nord des Ardennes, au milieu des montagnes.

Il résulte de là qu'en appelant a le prix du stère de bois à charbon sur pied, d la distance en mètres de la coupe à la faulde, D la distance en mètres à l'usine, on aura, pour les divers cas cités :

	<i>Prix.</i>
1° 1 stère sur pied.	a
2° 1 stère abattu, etc., corder.	$a + 0f.50.$
3° 1 stère transporté sur la faulde.	$a + 0,50 + \frac{d}{1000} (0,10 \text{ ou } 0,15, \text{ q. q. f. } 0,25).$
4° 1 stère réduit en charbon.	$a + 0,50 + \frac{d}{1000} \left(\begin{smallmatrix} 0,10 \\ \text{ou} \\ 0,15 \end{smallmatrix} \right) + \begin{smallmatrix} 0,25 \\ \text{ou} \\ 0,30. \end{smallmatrix}$
5° Prix du quintal mé- trique de charbon,	
si le stère rend 80 ^k .	$\frac{5}{4} \left(a + 0,50 + \frac{d}{1000} \left(\begin{smallmatrix} 0,10 \\ \text{ou} \\ 0,15 \end{smallmatrix} \right) + \begin{smallmatrix} 0,25 \\ \text{ou} \\ 0,30 \end{smallmatrix} \right) = P.$
<i>Id.</i> 60 ^k .	$\frac{5}{3} \left(a + 0,50 + \frac{d}{1000} \left(\begin{smallmatrix} 0,10 \\ \text{ou} \\ 0,15 \end{smallmatrix} \right) + \begin{smallmatrix} 0,25 \\ \text{ou} \\ 0,30 \end{smallmatrix} \right).$

Enfin $P + \frac{D}{4000} (0,25 \text{ ou } 0,30)$ est le prix du quintal métrique de charbon transporté à l'usine.

Ce que l'on entend par le prix du stère en forêt, c'est la quantité $a + 0,50 + \frac{d}{1000} (0,10 \text{ ou } 0,15)$, c'est-à-dire le prix du stère de bois de

charbon cordé, et prêt à être rangé en meule.

Les quatre tableaux suivants présentent le prix du bois dans les années précédentes.

C'est le prix du stère, ainsi qu'il vient d'être défini.

Le premier est relatif surtout à l'arrondissement de Montmédy et une partie du département de la Meuse, de 1829 à 1837. On a obtenu le prix du charbon sur place par la formule $\frac{100}{65}(A+0,25)$; A étant le prix du stère indiqué.

Le second est relatif au canton sud de Sedan surtout.

Le troisième comprend les arrondissements de Sedan, et Vouziers en moyenne. Tous les prix de Sedan nord et Vouziers sud, sont de 10 à 15 p. $\frac{0}{100}$ plus élevés; ceux de Rocroy le sont de 30 p. $\frac{0}{100}$.

Le quatrième est relatif à l'arrondissement de Mézières.

1^{er} TABLEAU.

Prix du bois en forêt et du charbon sur place pour la plus grande partie du département de la Meuse, et l'arrondissement de Montmédy.

ANNÉES.	PRIX DU STÈRE	PRIX DU QUINTAL	
	de bois.	MÉTRIQUE de charbon.	
1829	fr. 1 c.	fr. c.	Stagnation.
1830	3 05	5 08	
1831	2 70	4 54	
1832	2 60	4 40	
1833	1 70	3 00	
1834	2 90	4 85	
1835	3 20	5 30	
1836	4 00	6 54	
	4 65	7 55	

2^e TABLEAU.

Prix du bois en forêt et du charbon sur place dans le canton sud de Sedan.

ANNÉES.	PRIX MOYEN	
	DU STÈRE DE BOIS en forêt.	DU QUINTAL MÉT. de charbon sur place.
	fr. c.	fr. c.
1815	1 71	3 3
1816	2 34	4 40
1817	2 54	4 75
1818	2 09	4 00
1819	2 16	4 10
1820	1 95	3 80
1821	2 55	4 75
1822	2 75	5 10
1823	2 92	5 35
1824	2 93	5 40
1825	3 52	6 35
1826	4 03	7 20
1827	3 99	7 10
1828	4 02	7 15
1829	3 82	6 85
1830	3 75	6 75
1831	3 23	5 90
1832	2 76	5 10
1833	2 63	4 90
1834	2 49	6 80
1835	2 58	6 45

3^e TABLEAU.

Prix du bois en forêt et du charbon sur place dans les
arrondissements de Sedan et Vouziers.

ANNÉES.	PRIX MOYEN		
	DU STÈRE DE BOIS		DU QUINTAL
	marchand.	à charbon.	MÉTRIQUE de charbon.
	fr. c.	fr. c.	fr. c.
1815	4 25	1 70	3 28
1816	4 25	1 70	3 28
1817	4 25	1 70	3 28
1818	4 25	1 70	3 28
1819	4 25	1 70	3 28
1820	4 25	1 70	3 28
1821	4 50	1 80	3 45
1822	6 37	2 55	4 70
1823	6 75	2 70	4 95
1824	6 25	2 50	4 62
1825	7 00	2 95	5 35
1826	7 30	3 65	6 50
1827	6 70	3 35	6 00
1828	6 90	3 45	6 20
1829	5 80	2 90	5 30
1830	5 80	2 90	5 30
1831	5 60	2 80	5 15
1832	5 60	2 80	5 15
1833	5 60	2 80	5 15
1834	5 60	2 80	5 15
1835	5 60	2 80	5 15

4^e TABLEAU.

Prix du bois en forêt et du charbon sur place dans
l'arrondissement de Mézières.

ANNÉES.	PRIX MOYEN		
	DU STÈRE DE BOIS		DU QUINTAL
	de chauffage.	à charbon.	MÉTRIQUE de charbon.
	fr. c.	fr. c.	fr. c.
1815	4 00	2 00	4 40
1816	4 50	2 10	4 60
1817	4 00	2 00	4 40
1818	4 35	2 05	4 47
1819	4 00	2 00	4 40
1820	4 50	2 10	4 60
1821	5 90	2 45	5 32
1822	5 90	2 45	5 32
1823	4 60	2 10	4 60
1824	6 10	2 55	5 55
1825	6 50	2 80	6 10
1826	6 10	2 55	5 55
1827	6 00	2 50	5 45
1828	6 00	50	5 45
1829	6 50	2 80	6 10
1830	6 25	2 65	5 80
1831	6 10	2 60	5 70
1832	6 25	2 65	5 80
1833	6 25	2 65	5 80
1834	6 50	2 80	6 10
1835	6 50	2 80	6 10

Déchet réel et apparent du charbon dans les halles.

Pour terminer ce qui nous reste à dire sur la carbonisation, nous n'avons plus qu'un mot à ajouter relativement au déchet réel et apparent qu'éprouve le charbon dans les halles des usines. Il est extrêmement difficile, pour ne pas dire impossible, de réunir les éléments de cette évaluation, au moins en ce qui concerne le déchet apparent.

Le déchet réel est celui qui provient du fraisil et des menus débris. Il est très-variable d'une usine à l'autre, eu égard à la manière dont on le vide des bannes, à la manière dont la carbonisation est conduite, et à la nature du charbon. On l'évalue de $\frac{1}{10}$ à $\frac{1}{12}$, sans qu'on puisse rien préciser de plus à ce sujet.

Le déchet apparent varie dans des limites encore beaucoup plus larges. Il dépend d'une foule d'éléments: la manière d'arranger le charbon dans la banne qui sert de mesure, de le placer dans la halle, du temps de son séjour, d'où dépend son tassement, de sa fragilité plus ou moins grande. Il se casse, se réduit en morceaux, et la place qu'il occupe varie dans cette circonstance. Il est telle usine où le déchet apparent a été négatif au bout d'une année, c'est-à-dire où l'on a observé une augmentation de volume qui provenait sans doute des variations de mesurage.

Quoi qu'il en soit, la fraction que l'on adopte le plus généralement, pour représenter le déchet apparent, est $\frac{1}{8}$.

MÉMOIRE

Sur les terrains volcaniques des environs de Naples;
(suite)

Par M. DUFRENOY, Ingénieur en chef des mines.

III. GROUPE DU VÉSUYE.

Disposition générale.

J'ai déjà indiqué, au commencement de ce mémoire, que le Vésuve, dont la forme générale est conique, est isolé de toutes parts, et qu'il s'élève au milieu du terrain de tuf dont j'ai fait connaître la composition. La base de cette montagne a environ 35.000 mètres de circonférence, et sa hauteur, au-dessus de la mer, est de 1.198 mètres (1). Elle se compose de deux parties distinctes, l'une conique assez aiguë, occupe le centre du groupe, et constitue le *Vésuve proprement dit*; la seconde, que l'on désigne sous le nom de *Somma*, forme une enceinte circulaire qui enveloppe le cône central sur environ la moitié de sa circonférence.

Si cette vaste enceinte était continue, elle opposerait une barrière insurmontable aux coulées de laves; mais cette digue est ouverte du côté de

Le Vésuve est composé de deux parties distinctes.

(1) La hauteur du Vésuve n'est pas constante, elle change par suite des exhaussements de laves, ou de l'éboulement des parois du cratère; en 1822, elle a diminué de près de 60 mètres par un accident de cette nature.

la mer, et les torrents embrasés qui s'échappent des flancs du Vésuve, ne rencontrant aucun obstacle, portent la désolation jusque sous les murs de Naples. Par suite de la solution de continuité de la Somma, le sol présente moins de résistance de ce côté à la pression qu'exerce sans cesse l'action volcanique, et les éruptions se font plus fréquemment jour sur la pente qui regarde la mer que sur les autres.

Les roches, qui composent les escarpements de la Somma et les pentes du Vésuve, sont différentes; les premières sont formées par la réunion de cristaux d'amphigène, de pyroxène noir, de Labrador, et de nodules rares de Périidot. Les laves du Vésuve, lorsqu'elles sont scoriacées, contiennent des grains arrondis que l'on regarde généralement comme des cristaux d'amphigène; mais ils en diffèrent essentiellement par la composition, et, s'il existe des cristaux d'amphigène dans ces laves, ils y sont au moins très-rares. Lorsque les laves du Vésuve sont compactes et cristallines, comme celles de la Scala et du Granatello, qui se sont accumulées en nappes horizontales au pied du Vésuve, elles paraissent contenir principalement des cristaux de l'ordre des feldspath, mais différents du feldspath, de l'Albite et du Labrador. Elles sont presque entièrement formées de ce minéral, mais on ne voit de cristaux que dans les petites fentes qui les traversent. Elles contiennent en outre des cristaux de pyroxène vert, quelques nodules de Périidot, des lamelles rares de mica, etc. L'état cristallin des substances qui entrent dans la composition des laves du Vésuve et de la Somma est en outre très-différent; il en résulte qu'à la première inspection il n'y a pres-

que aucune analogie entre ces roches. Toutes les laves de la Somma sont lithoïdes, c'est-à-dire qu'elles sont semblables aux roches cristallines, telles que le granite et le trachite, tandis que presque tous les produits du Vésuve sont scoriacés. Cette différence remarquable, entre les laves de la Somma et du Vésuve, est une conséquence immédiate des circonstances qui ont présidé à l'écoulement des nappes de la Somma, ainsi qu'à leur refroidissement; mais ce phénomène n'est pas celui qui distingue le plus essentiellement la Somma du Vésuve. La présence du tuf ponceux, qui s'élève sur les pentes de la Somma presque jusqu'à son sommet, fournit une preuve certaine que l'une et l'autre montagne ont été produites par des causes séparées et distinctes; pour faire apprécier cette différence de formation, il est nécessaire d'entrer dans quelques détails sur la composition de chacune d'elles.

a. De la Somma.

La Somma affecte la forme d'une surface conique surbaissée, dont les pentes extérieures, très-régulières, forment un angle d'environ 26° avec l'horizon. Le côté qui regarde le Vésuve présente des escarpements à pic d'environ 420 mètr. d'élévation, sur lesquels viennent se dessiner les différentes nappes de laves et les filons nombreux qui entrent dans sa composition. Un cône très-surbaissé, formant une espèce de vallée circulaire appelée dans toute sa longueur *Atrio-del-Cavallo*, et dont quelques-unes de ses parties sont désignées par les noms de *Gly-Atry* et de *El-Plano*, sépare le Vésuve de la Somma, et permet d'en étudier la composition (*Pl. VIII, fig. 1*).

Disposition
de la Somma.

La Somma présente une double pente; la première, plus douce que l'inclinaison générale, se prolonge jusqu'à la hauteur du Plano; l'ermitage où se reposent la plupart des voyageurs, désigné dans les cartes sous le nom de *Salvatore*, est placé à peu près à la ligne de séparation de ces deux pentes remarquables par la différence de nature du sol.

Le tuf, dont j'ai décrit la composition dans la première partie de ce mémoire, règne sur tout le pourtour de la Somma. Il s'élève, il est vrai, presque jusqu'à sa crête la plus élevée, mais il ne forme que des lambeaux sur la pente supérieure, tandis qu'il constitue entièrement la pente inférieure. La couleur blanche de son sol, mis à nu par les nombreux ravins qui le sillonnent, en indique facilement la limite générale; mais elle est peut-être encore plus marquée par la différence dans la végétation. En effet, le tuf est partout recouvert de riches vignobles, dont les abondantes récoltes font oublier aux propriétaires les dangers qui les menacent à chaque instant, tandis qu'il n'existe au-dessus que quelques châtaigneraies éclaircies sans cesse par les vapeurs acides et les cendres qui accompagnent certaines éruptions.

Le tuf se retrouve également dans la partie discontinuée de la Somma, ainsi que le représente la carte (*Pl. IX*).

Dans les profils que cette coupure nous fournit, on remarque que les couches de tuf et les nappes de la Somma ont une inclinaison différente; l'angle que font les couches du tuf ne paraît pas excéder 10°, tandis que la pente générale des nappes de la Somma est de 25 à 30 degrés. Cette dif-

férence dans l'inclinaison n'en implique pas nécessairement une dans la stratification; elle tient probablement à ce que les parties placées près du centre du cône ayant été soulevées sous une pente beaucoup plus forte, le tuf qui ne possède pas de cohésion a été détruit, et l'œil compare des parties très-diversement inclinées.

Le tuf de la Somma se rattache d'une manière continue à celui de Naples. On peut, en suivant les pentes qui n'ont pas été recouvertes par des coulées de laves, marcher sans interruption sur ce sol de sédiment depuis Naples jusqu'aux châtaigneraies de la Somma. Le tuf qu'on y observe est formé comme celui du Pausilippe, principalement de débris de ponces à des états de désagrégation différents; il renferme en outre beaucoup de fragments de laves de la Somma et des blocs de roches d'apparence ancienne, dans lesquels se trouvent les minéraux que l'on indique comme rejetés par le Vésuve. La réunion de ces débris donne au tuf de la Somma une certaine apparence d'alluvion, et on pourrait le croire remanié à une époque moderne; mais je rappellerai que dans la descente vers Nisita le tuf renferme aussi quelques blocs cristallins, et qu'il existe à Ischia des couches composées presque exclusivement de débris incohérents de ponces, et qui paraissent aussi avoir été remaniées. Cependant ces couches sont intercalées au milieu de couches bien évidemment d'apparence sous-marine. Il en est de même à la Somma, où le tuf alterne avec des couches régulièrement stratifiées et portant tous les caractères d'un terrain de sédiment.

Le sentier qui conduit à l'ermitage fournit des exemples très-prononcés de cette disposition. Le

Disposition du
tuf près du
Salvatore.

tuf y contient une grande quantité de ces fragments, qui pourraient faire soupçonner qu'il a été remanié à une époque moderne, mais en même temps il possède une stratification très-régulière. La coupe la plus instructive est à quelques minutes avant le point où le sentier traverse la lave de 1820; les escarpements qui l'encaissent, et dont la hauteur est de 25 à 30 pieds, présentent une succession de couches de tuf et de galets incohérents. On distingue principalement trois couches épaisses, ou assises, de tuf ponceux *b* (*Pl. VIII fig. 3*), à grains fins peu cohérents, lesquelles sont séparées par des petites couches *a* de cinq à six pouces de puissance, composées presque exclusivement de galets de roches de la Somma mélangées de fragments de calcaire saccharoïde blanc et de quelques roches micacées. La stratification de ce tuf est régulière, de plus les couches épaisses *b* présentent le phénomène que j'ai signalé déjà plusieurs fois, et qui est si fréquent dans les grès, lequel consiste dans l'obliquité des strates relativement aux plans des couches; ainsi tandis que la séparation des couches est presque horizontale les strates sont contournés et font un angle de 35 à 40° avec l'horizon.

Les couches de tuf ponceux à grains fins *b* contiennent des blocs assez considérables provenant de la Somma, ils sont reconnaissables à l'état cristallin de la pâte, et surtout aux nombreux cristaux d'amphigène caractéristiques de ces laves anciennes; on y trouve en outre des blocs, de trachite avec cristaux de feldspath, de dolomie, et de roches micacées, dont l'origine est peu connue. Les fragments de calcaire saccharoïde blanc contiennent quelquefois des cristaux d'idocrase et d'autres minéraux particuliers au Vésuve,

Un fait de la plus haute importance est que quelques-uns de ces blocs calcaires sont recouverts de petites serpules analogues à celles qui s'attachent encore actuellement sur les roches qui bordent les côtes de la Sicile; ces serpules, malgré leur extrême petitesse, ne sont nullement altérées, on dirait que ces fragments calcaires ont été retirés récemment du sein des mers. La présence de fossiles si délicats atteste, peut-être encore d'une manière plus certaine que la stratification régulière du tuf, que cette roche s'est déposée sous une certaine profondeur d'eau, et que la hauteur considérable à laquelle elle s'élève à l'ermitage de Salvatore, est due à une cause postérieure à sa formation. Je n'ai pas été assez heureux pour recueillir de ces pierres si précieuses pour l'histoire du Vésuve, mais j'en ai vu un échantillon très-remarquable dans la collection de M. le comte de Lamarmora à Turin; ce savant l'avait recueilli précisément dans le ravin dont je viens d'indiquer la coupe; M. de Lamarmora, voyant tout l'intérêt que nous présentait cet échantillon, a eu la générosité de le donner à M. de Buch. Une preuve aussi irrécusable du redressement des nappes de la Somma ne pouvait être mieux placée qu'entre les mains de l'auteur de la Théorie des cratères de soulèvement. M. Pilla de Naples possède plusieurs échantillons semblables, il les a recueillis sur les pentes de la Somma qui regardent Ottajano.

Les blocs de calcaire et de roches micacées avec cristaux sont beaucoup plus abondants dans le tuf qui forme les escarpements du Fosso Grande que dans le ravin du Salvatore. Il en existe jusqu'à la crête de la Somma, mais ils sont

Serpules sur
des blocs cal-
caires interca-
lés dans le tuf.

disséminés principalement dans les assises inférieures du tuf, qui reposent immédiatement sur les laves amphigéniques. Les blocs de calcaire saccharoïde ne sont pas les seuls que renferme le tuf, ils sont accompagnés de blocs de calcaire compacte gris analogue au calcaire des montagnes de Castellamare, et d'autres dans lesquels le calcaire a perdu en partie sa texture compacte sans avoir acquis complètement l'état cristallin du calcaire saccharoïde; on peut observer un passage presque insensible entre les calcaires compacts et les calcaires saccharoïdes, cette circonstance intéressante nous montre pour ainsi dire la nature prise sur le fait, elle fait naturellement penser que tous les blocs de calcaire saccharoïde empâtés dans le tuf proviennent de la destruction de calcaires compacts, qui ont été modifiés postérieurement. M. de Monticelli possède quelques échantillons de ce calcaire bleu avec des peignes trop défigurés pour en déterminer exactement les espèces, cependant on reconnaît facilement qu'ils appartiennent à des terrains secondaires. On trouve aussi quelques fragments de calcaire contenant des fossiles tertiaires. Plusieurs de ces fragments ont éprouvé une certaine altération. La réunion de fragments de natures si différentes dans le tuf est un fait très-important à constater, surtout quand on remarque que plusieurs d'entre eux, comme les roches primitives et les calcaires tertiaires n'existent pas dans le pays.

Le tuf existe également sur la pente où le rempart formé par la Somma est discontinu. Il est presque complètement caché par les laves, cependant il ressort en quelques points, et j'y ai recueilli des échantillons de calcaire bleu. Dans

Blocs de calcaire compacte avec fossiles dans le tuf.

cette dernière localité marquée sur la carte, le tuf contient quelques nodules blancs de même nature que la masse; il est alors entièrement analogue au tuf oolitique que j'ai signalé à l'île d'Ischia; cette variété, qui se retrouve également à la Solfatara, établit une certaine identité entre toutes ces roches, de sorte qu'on peut admettre, comme probable, qu'on retrouvera dans le tuf de la Somma des coquilles analogues à celles que M. Lyell a recueillies au mont Epoméo (1).

L'escarpement supérieur de la Somma présente une arête qui se tient à une hauteur constante sur la plus grande partie de sa longueur, elle s'abaisse ensuite d'une manière uniforme vers l'Est; son extrémité Ouest, qui s'appuie sur le Fosso-Grande, est au contraire élevée et presque à pic. Il y existe en outre plusieurs cimes saillantes. La pente extérieure, dont l'inclinaison générale varie de 24 à 26°, est donnée par celle des nappes, de sorte qu'en descendant, suivant une arête du cône; on marche constamment sur la même nappe. Les coulées successives dont se compose la Somma viennent au contraire se montrer

Forme de l'escarpement de la Somma.

(1) Cette prévision s'est réalisée: M. Pilla, ainsi que je l'ai indiqué dans la première partie de ce mémoire, a trouvé quelques fossiles dans le tuf même de la Somma. Ces fossiles y sont libres et disséminés dans une couche de trass, de la même manière que les coquilles qui existent dans les sables tertiaires. Il faut bien distinguer ces fossiles de ceux qu'on trouve adhérents aux blocs de calcaires les premiers font partie du terrain même et en caractérisent l'âge, tandis que les seconds sont de véritables galets qui peuvent provenir de terrains très-variés; ainsi les uns appartiennent au lias, tandis que d'autres sont de l'époque des formations crétaées ou des terrains tertiaires plus anciens que le tuf.

au jour dans son escarpement intérieur, et on peut les étudier facilement en le gravissant du côté du Fosso-Grande. La nature de ces coulées est presque identique, elles diffèrent seulement par la grosseur de leurs parties constituantes; elles ont l'aspect général d'un porphyre composé d'une pâte d'un gris clair et de cristaux de pyroxène et d'amphigène. Ces derniers, de beaucoup les plus abondants, ont fréquemment plusieurs lignes de diamètre. On y distingue en outre quelques lamelles brillantes qui paraissent appartenir à du Ryacolithe, et des parties vitreuses d'un jaune très-clair analogues au Péridot. Quant à l'espèce de pâte qui enveloppe les cristaux, elle est caverneuse et peu homogène; examinée à la loupe elle contient aussi beaucoup de cristaux d'amphigène parfaitement terminés, qui contribuent à donner à cette partie la couleur grisâtre clair qui lui est propre. Ces petits cristaux sont surtout abondants près des cellules dont les surfaces sont hérissées de pointes trapézoïdales. M. G. Rose annonce que la pâte contient en outre du Labrador. Il me paraît plus probable qu'elle est également formée d'amphigène; sauf quelques lamelles qu'on peut rapporter à du Labrador, je n'ai point vu de cristaux appartenant à cette espèce minérale. Les analyses que j'ai faites des laves de la Somma ne conduisent à aucune conclusion certaine sur la nature des minéraux de l'ordre du feldspath qui existent dans ces laves; elles y indiquent seulement une assez grande quantité de potasse, mais cet alcali est probablement dû au mélange intime de cristaux microscopiques d'amphigène.

Les différentes nappes de laves se distinguent par la grosseur des cristaux et leur abondance,

ainsi que par la compacité de la pâte; les parties extérieures des nappes sont moins cristallines que le centre, et leur surface supérieure est scoriacée et souvent tortillée de manière à présenter encore les traces du mouvement. Mais aussitôt que les laves de la Somma ont une certaine épaisseur, seulement de 0^m,60 à 0^m,80, alors elles sont cristallines et possèdent la structure granitoïde. La puissance de ces nappes est rarement au-dessous de deux mètres, quelques-unes cependant n'ont pas au delà de 0^m,30 à 0^m,50. Il en est une qui certainement a plus de 15 mètres de puissance; la lave qui la compose se désagrège facilement, de sorte que sa place dans l'escarpement est marquée par une concavité peu prononcée; la partie du sentier qui la traverse, sans être dangereuse, est d'un accès plus difficile. La nappe qui forme la *Punta Nasone*, cime la plus élevée de la Somma, a environ six mètres de puissance; elle présente quelques fissures dans le sens de la pente, qui pourraient faire présumer qu'elle est composée de plusieurs lits, mais ces lignes de séparation ne sont que des fentes sans continuité. La surface supérieure de cette nappe est irrégulière comme celle des laves, et porte encore des traces certaines de fluidité. Son inclinaison surpasse 30 degrés dans plusieurs parties de sa longueur. Cette nappe repose sur un amas considérable de matières peu cohérentes analogues à des scories; il dérange la stratification assez régulière de l'escarpement et paraît remplir une cavité. La nappe supérieure ne se retrouve que sur une faible partie de la Somma, mais on voit au contraire les inférieures se prolonger sur presque tout son pourtour; on remarque facilement cette disposi-

Épaisseur
des laves
de la Somma.

Inclinaison
des nappes
de la Somma.

Forme de
la Somma.

Régularité
des nappes
de la Somma.

Nature
des laves
de la Somma

tion régulière au moyen des petits ressauts que l'escarpement présente à chaque nouveau système de nappes et du petit vide qui existe entre elles. Ce vide paraît dû à la destruction des matières incohérentes qui séparent les différentes nappes et marquent leur âge relatif. L'inclinaison des nappes de la Somma est à très-peu de chose près la même sur toute sa surface, on ne peut l'évaluer que par l'inclinaison générale des pentes prises dans différents points; cette inclinaison est environ de 24° , à la croix, première pointe élevée en abordant la crête de la Somma du côté du Fosso.

Inclinaison
des nappes
de la Somma.

A la Punta Nasone, cime saillante de la Somma, elle est de 26° nord. Lors de l'abaissement de l'arête vers le petit vallon *della Profica*, au moins à 150 mètres au-dessous de Punta Nasone l'inclinaison est de 24° N.-E. Enfin très-près de l'extrémité du cercle de la Somma, vis-à-vis de la bouche qui s'est ouverte en août 1834, l'inclinaison est de 25° vers l'O. 25° S. Ce dernier point est au plus de 100 mètres au-dessus du Plano; si on examine sur une carte la position des points où les inclinaisons que je viens d'indiquer ont été prises, il en résulte qu'elles représentent la pente de nappes assez distantes les unes des autres; on peut en conclure que la Somma constitue une surface conique régulière, dans laquelle la génératrice forme avec l'horizon un angle de 26° . La régularité de cette inclinaison, dont la direction varie d'un point à un autre, ne peut s'expliquer par l'épanchement de nappes liquides qui se solidifieraient à mesure qu'elles avanceraient; le cône du Vésuve, qu'on a constamment donné comme un exemple de ce mode de formation, est à la vérité fort régulier, mais d'une part il paraît certain qu'il

n'est pas le résultat de la seule accumulation des laves, et de l'autre il est formé, non de nappes solides et régulières comme la Somma, mais presque entièrement de matières incohérentes, qui doivent par conséquent se disposer d'une manière régulière par l'action de la pesanteur. L'examen des lois qui président au refroidissement des laves, que M. Elie de Beaumont a indiquées le premier (1), et sur lesquelles je donnerai quelques détails en décrivant le Vésuve, prouvent en outre de la manière la plus positive que les nappes de la Somma, qui possèdent constamment une texture granitoïde, ne peuvent avoir cristallisé dans la position dans laquelle on les observe actuellement.

Le massif de la Somma est traversé par une grande quantité de filons, dont très-peu se prolongent jusqu'à l'arête saillante qui termine son escarpement; ces filons s'arrêtent à des hauteurs très-variables, ce qui fait présumer que ce sont les fentes par lesquelles se sont élevées les matières liquides qui ont formé par leur cristallisation les différentes nappes de la Somma; outre ces fentes appartenant à la Somma même, il doit en exister de postérieures, représentant les fentes de déchirement qui doivent se produire dans les masses soulevées. J'en ai observé une de cette espèce; elle traverse l'escarpement dans toute sa hauteur, et sa puissance est beaucoup plus grande que celle des filons d'épanchements (2). La composition de ce vaste filon con-

Filons de
la Somma.

(1) Mémoire sur quelques points de la théorie des cratères de soulèvement.

(2) Nous avons établi, M. Elie de Beaumont et moi, dans un mémoire sur le Cantal et le Mont-Dore, que lors-

firme la supposition que je viens de faire sur l'époque à laquelle il s'est formé, car il est rempli d'une espèce de tuf scoriacé très-différent des roches de la Somma, et présentant au contraire de l'analogie avec les laves du Vésuve.

Les roches qui composent les filons sont à base d'amphigène et de pyroxène; elles sont identiques à celles des nappes, à l'exception de leur compacité, qui est beaucoup plus grande: on y trouve aussi quelques cristaux de l'ordre feldspath, et du Péridot. La grosseur des cristaux et l'état cristallin varient beaucoup, suivant l'épaisseur des filons; en général les roches sont plus compactes dans les filons étroits que dans les filons qui ont une certaine puissance; dans ces derniers la masse du filon présente quelquefois une division prismatique assez prononcée sans être régulière, comme dans les basaltes. L'état cristallin n'est pas le même dans toutes les parties du filon; les parois sont en général à plus petits cristaux et quelquefois un peu caverneux. Beaucoup de filons se ramifient entre eux et viennent converger en un point commun; un grand nombre d'autres se coupent et se rejettent comme cela a lieu pour les filons métallifères; les filons croiseurs ont fourni la matière des nappes les plus modernes,

que des couches sont soulevées, la somme des fractures qui se produisent est représentée par

$$\Sigma f = \pi (R - r) \text{ tang. } \theta.$$

R étant le rayon du cercle sur lequel s'est étendu le soulèvement; r la distance du centre du soulèvement jusqu'au point où l'on considère les fractures, et tang. θ le rapport de la distance horizontale de deux points d'une même arête du cône. Pour la Somma, on a pour les valeurs de ces données:

$$R = 17.500^m, r = 1.800^m, \theta = 64^\circ.$$

et doivent par conséquent s'élever plus haut dans l'escarpement.

J'ai indiqué que le tuf formait une zone qui s'élevait à une hauteur assez uniforme autour de la Somma, correspondante à peu près à celle de l'ermitage. Malgré cette disposition, qui donne à la Somma, ainsi que je l'ai fait remarquer, la forme d'un double cône, cependant il paraît certain que ce tuf atteignait une hauteur presque égale à l'arête culminante de la Somma; en effet, j'ai recueilli presque au sommet de la Somma environ à 40 mètres au-dessous de la crête la plus élevée (Punta Nasone), des blocs de calcaire saccharoïde blanc, empâtés dans des matières pulvérulentes analogues à la pâte du tuf ponceux; ce calcaire, en tout analogue à celui qui forme des blocs dans le tuf du Fosso-Grande, constate d'une manière certaine l'existence de cette roche à une grande hauteur de la Somma; on en retrouve également avec quelque abondance en descendant du côté d'Ottajano; ces derniers sont au moins à 150 mètres au-dessous de la cime principale de la Somma, mais ils sont placés néanmoins encore à une hauteur bien supérieure au niveau général que j'ai indiqué pour le tuf. Dans ce dernier point les blocs de calcaire saccharoïde sont accompagnés d'autres blocs très-micacés, contenant une grande quantité de substance jaunâtre vitreuse analogue au Péridot.

J'ai démontré précédemment que le tuf est un terrain de sédiment déposé sous l'eau, comme les autres formations tertiaires; la présence des serpules à la surface de blocs calcaires, celle des fossiles trouvés par M. Pilla, et la régularité de cette roche ne peuvent s'expliquer que par cette

Mode de formation de la Somma.

supposition. Le tuf a donc été déposé horizontalement et à une profondeur peu inférieure au niveau de la Méditerranée. Les galets et les fragments des roches de la Somma, que l'on trouve dans le tuf, nous apprennent en outre que la Somma préexistait au tuf, seulement sa hauteur au-dessus du niveau de la mer devait être bien peu considérable, puisque j'ai reconnu la présence du tuf presque jusqu'au sommet; la destruction de cette roche dans les parties supérieures de la Somma est facile à concevoir; les couches du tuf, étant pour ainsi dire coupées en sifflet, devaient être assez minces dans ces parties, et le peu de solidité de cette roche n'opposait aucune résistance aux causes destructives auxquelles elle doit avoir été soumise depuis son dépôt. Il résulte en outre de l'état cristallin des laves qui forment la Somma que les nappes que l'on voit se dessiner sur son escarpement doivent avoir été formées horizontalement; elles ont par conséquent été placées dans leur position actuelle par une action très-postérieure à leur formation, puisque le tuf s'est formé entre ces deux époques et qu'il a recouvert presque entièrement leur surface.

Les blocs calcaires de la Somma sont des galets dans le tuf.

Quant aux blocs de calcaire saccharoïde et de roches micacées qui font partie du tuf, les serpules, qui se trouvent à la surface de quelques-uns, montrent qu'ils ont également préexisté au tuf et qu'ils y sont à l'état de galets. Quelques géologues pensent que ces blocs calcaires ont pu être rejetés par les éruptions volcaniques. Sans doute les volcans rejettent des blocs qui leur sont étrangers, mais ils appartiennent seulement au terrain dans lequel ils se sont jour, et qui en forment pour ainsi dire l'opercule. Mais ce n'est pas le cas

des blocs que l'on recueille dans le tuf de la Somma. Ils appartiennent, ainsi que nous l'avons déjà dit, à des terrains variés, les uns de l'âge des roches primitives, les autres de différentes époques secondaires et tertiaires, et dont plusieurs n'existent pas dans les environs de Naples. Il est donc difficile de concevoir comment ils auraient pu être lancés par l'action volcanique. De plus, si ces blocs avaient été rejetés par une cause de cette nature, on devrait les trouver seulement à la surface du sol; ils sont, au contraire, disséminés dans le tuf ponceux, et même avec plus d'abondance dans les couches inférieures. La position de ces blocs, leur conservation, les fossiles récents dont quelques-uns sont recouverts, sont autant de circonstances qui prouvent, jusqu'à l'évidence, qu'ils appartiennent au terrain du tuf ponceux, et qu'ils y forment des galets. Du reste, le phénomène de ces blocs renfermant des minéraux particuliers n'est pas exclusif au Vésuve; le tuf des îles ponces paraît en contenir, et l'École des Mines possède plusieurs échantillons semblables, rapportés de ces îles par le célèbre Dolomieu. Quelques échantillons de Ténériffe, que j'ai vus chez M. Berthelot, me font présumer qu'il existe également un tuf analogue à celui de la Somma dans les volcans des Canaries. Les blocs de calcaire compacte et de calcaire cristallin, malgré leur différence de texture, paraissent avoir une même origine; en effet, on voit des passages de ces calcaires saccharoïdes à des calcaires compacts bleus; l'état cristallin serait alors dû à une altération qu'ils ont éprouvée. Une circonstance qui tend à confirmer cette opinion, est que la plupart des minéraux particuliers au

Vésuve(1), et qui se trouvent en grande partie dans ces blocs calcaires même, sont des silicates dans lesquels la chaux est abondante; la même cause, qui a changé la texture du calcaire a pu donner, naissance à ces minéraux particuliers. Une question plus difficile à résoudre est de déterminer la cause finale de ce changement et l'époque à laquelle elle a agi; on peut supposer qu'elle s'est développée au moment où les laves de la Somma se sont épanchées, ou peut-être à l'époque même du dépôt du tuf; dans tous les cas, elle doit avoir préexisté à l'élévation du tuf, puisque plusieurs blocs, même cristallins, portent encore des traces certaines de leur séjour dans la mer.

(1) Les minéraux que l'on trouve au Vésuve, et dont la composition est connue, sont :

L'idocrase,

La néphéline,

Méionite,

Sodalite,

ANALYSE

Des eaux minérales d'Allevard;

Par M. GAYMARD, Ingénieur en chef des mines.

L'analyse a été faite sur un litre.
Les sels ont été dosés à l'état anhydre.

gr.	
0,089	argile.
0,332	carbonate de chaux.
0,032	carbonate de magnésie.
0,215	sulfate de magnésie.
0,289	sulfate de soude.
0,055	sulfate de chaux.
0,416	chlorure de sodium.

1,428.

Ces eaux sont sur la rive gauche de la Bréda, entre Allevard et les hauts-fourneaux de M. Giroud (autrefois à M. de Barral). On les voit sourdre des calcaires noirs à bélemnites, formant le deuxième étage du lias.

Près de ces eaux se trouvent des masses de gypse et par-dessous les grès à anthracite, altérés par le contact des roches plutoniques.

Les eaux minérales d'Allevard n'ont qu'une faible température.

Elles contiennent encore de l'hydrogène sulfuré libre, des hydrosulfates, et peut-être de l'azote.

Elles sont très-bonnes pour les maladies cutanées. On les chauffe par le procédé que j'ai établi à Tuaye.

ANALYSE

Des eaux thermales de La Motte (Isère);

Par M. GAYMARD, Ingénieur en chef des mines.

L'analyse a été faite sur un litre.
Les sels ont été dosés à l'état anhydre.

gr.	
0,0300	argile.
0,0850	carbonate de chaux.
0,0225	carbonate de magnésie.
1,0558	sulfate de chaux.
2,5300	chlorure de sodium.
0,3163	sulfate de magnésie.
0,3625	sulfate de soude.
	Trace de protosulfate de fer.

4,4021.

Ces eaux sont sur la rive droite du Drac. On les voit sourdre des calcaires noirs à bélemnites, qui forment le deuxième étage du lias.

Leur température ordinaire varie entre 55 et 60 degrés centigrades.

MÉMOIRE

Sur les terrains volcaniques des environs de Naples;

(suite et fin.)

Par M. DUFRENOY, ingénieur en chef des mines.



b. Du Vésuve.

La Somma paraît avoir constitué à elle seule pendant longtemps le groupe entier du Vésuve. Le peu de renseignements que l'on possède sur la forme de cette montagne, à l'époque où les Grecs sont venus s'établir en Italie, nous la montre comme terminée par une vaste plaine, présentant à son centre une dépression circulaire assez profonde, *Pl. II, fig. 1* (1). Aucun phénomène particulier ne décelait alors l'origine du Vésuve, et la comparaison minéralogique de ses roches permettait seule de le supposer produit à la manière des volcans. Une longue période de tranquillité a donc succédé à l'émission et au redressement des laves de la Somma. Ce n'est que vers le milieu du premier siècle de l'ère chrétienne, que remontent les premiers phénomènes qui se rattachent à l'apparition du Vésuve. Un tremblement de terre, qui doit avoir occasionné des ravages considérables, eut lieu dans l'année 63 : plusieurs autres, plus ou

(1) Ce dessin est extrait de la description des îles Canaries, par M. L. de Buch.
Tome XI, 1837.

Époque de
l'éruption du
Vésuve.

moins violents, se succédèrent sans interruption depuis cette époque jusqu'à l'année 79, où eut lieu l'éruption qui détruisit Herculanium et Pompeï; c'est de cette éruption, la plus violente de toutes celles qui se sont succédé depuis, et qui présente des caractères particuliers, que date très-probablement l'élévation du cône central que l'on désigne maintenant sous le nom de Vésuve, et dont aucune description ne rappelle l'existence avant cette catastrophe. Le Vésuve ne paraît pas avoir atteint immédiatement sa hauteur actuelle, non qu'il ait été formé par l'addition de coulées successives, ainsi que je l'ai déjà indiqué, au commencement de ce mémoire; mais son élévation a eu lieu probablement à plusieurs reprises. Les laves et les cendres qui couvrent ses pentes nous dérobent sa composition intérieure, et aucun escarpement ne vient nous la révéler: ce n'est que par les phénomènes qui se passent à sa surface que nous pouvons préjuger sa formation; disons-le par avance, ils sont presque tous favorables à la supposition d'une élévation immédiate.

Forme du
Vésuve.

Le cône du Vésuve s'élève brusquement au milieu du Piane, *Pl. VIII, fig. 1*, qui lui-même est un cône fort surbaissé: sa hauteur totale, prise à la Punta del Palo, est de 1185^m, et celle au-dessus du Piane est de 535^m. La pente du Vésuve, à peu près uniforme sur toute sa hauteur, est de 33°. A sa partie inférieure elle s'adoucit et se raccorde avec la surface du Piane et la pente de la Somma formée par le tuf. A partir de cette ligne, l'inclinaison des coulées diminue graduellement, et passe de 10° à 0°, limite à laquelle le mouvement d'avancement n'a plus lieu. La lave s'avance encore sur un petit espace par la vitesse acquise, puis elle s'ar-

rête, quoiqu'elle possède encore une certaine fluidité et s'accumule en coulée plus épaisse.

Le sommet du Vésuve, désigné généralement sous le nom de cratère, a la forme d'un cercle un peu allongé de l'est à l'ouest, dont le diamètre est environ de 750 mètres sur 700. Sur les trois quarts de sa circonférence, ce cercle est surmonté par une arête assez escarpée intérieurement, tandis que l'extérieur présente l'inclinaison générale de tout le cône. Une partie beaucoup plus élevée s'élève au N.-O., elle est désignée sous le nom particulier de *Palo*. Avant l'éruption de 1822, qui détruisit en partie le cratère, le Palo était encore plus élevé. Le sommet du cratère est terminé par une plaine très-irrégulière, couverte de blocs de scories et de laves, et coupée par de nombreuses fissures, desquelles il se dégage des vapeurs analogues aux fumarolles qui s'échappent des coulées de laves. Au centre de cette espèce de plaine sont deux vastes entonnoirs, dont l'un, beaucoup plus grand que l'autre, présente une troisième excavation (*Pl. II, fig. 6*). Ces trois cavités coniques paraissent plutôt le résultat d'éboulements que des bouches ouvertes par des éruptions récentes; elles sont couvertes de débris qui cachent la disposition de leurs parois.

Les laves, quelles que soient les époques auxquelles elles ont été rejetées, paraissent de composition identique; elles sont aussi très-uniformes par leurs caractères extérieurs, qui varient seulement par l'inclinaison sous laquelle elles se sont refroidies. On y distingue fréquemment des grains arrondis blanchâtres, regardés par erreur comme des cristaux d'amphigène, du pyroxène, quelques lamelles de labrador et des nodules

Nature des
produits du
Vésuve.

rare de péridot : la masse de ces laves est fusible en émail blanc ; mises en digestion dans les acides , elles sont solubles presque complètement lorsqu'on a eu soin de choisir des morceaux ne contenant pas de pyroxène. Lorsqu'elles ont été porphyrisées avec précaution , l'action de l'eau régale est très-vive , elles sont alors attaquées avec un dégagement considérable de chaleur.

Des laves.

Lorsque les laves se sont refroidies lentement , comme celles du Granatello , de la Scala , de Torre del Greco , etc. , qui se sont accumulées sur un sol horizontal , la masse est presque entièrement cristalline ; on y aperçoit alors une grande quantité de petits cristaux prismatiques qui se rapportent au genre feldspath. Les grains blancs y sont très-clair-semés , tandis qu'ils sont beaucoup plus abondants dans les laves scoriacées ; on dirait que l'espèce minérale à laquelle ils appartiennent se produit avec moins de facilité lorsque le refroidissement est lent que lorsque la lave s'est consolidée brusquement. Si l'on compare les laves du Vésuve et celles de la Somma , on reconnaît bientôt qu'elles diffèrent à la fois par leur état cristallin et par leur composition ; ces dernières sont granitoides et formées par la réunion de cristaux assez volumineux , tandis que dans les laves du Vésuve les cristaux sont généralement petits et clair-semés : de plus l'amphigène forme la masse principale des nappes de la Somma , tandis que je viens d'indiquer que cette substance n'était qu'accidentelle dans les produits du Vésuve actuel. Cette différence de composition se lie d'une manière intime aux phénomènes volcaniques pour faire du Vésuve et de la Somma deux groupes très-distincts.

Les laves compactes et cristallines forment une exception au Vésuve ; elles sont ordinairement à l'état fragmentaire et scoriacées : quant aux scories proprement dites , on ne les observe que sur les parois des bouches volcaniques ou dans les endroits où les laves se sont répandues sur une pente très-rapide ; alors elles sont fortement tirillées dans tous les sens , et ne présentent aucune trace de cristallisation.

Des scories.

Les laves du Vésuve sont rarement vitreuses. Cependant la coulée *del Mauro* , qui eut lieu en 1818 , est en partie à l'état vitreux ; cette texture particulière y est moins prononcée que dans les obsidiennes des terrains trachytiques. Ces laves vitreuses contiennent des cristaux imparfaits , analogues à ceux qui existent dans les laves scoriacées.

Certaines éruptions (celle de 1822) ont lancé des matières pulvérulentes , auxquelles on donne le nom de cendres. Ces produits arénacés sont composés de petits grains cristallins non vitreux. Examinés au microscope , on reconnaît qu'ils renferment exactement les mêmes éléments que les laves. L'examen chimique de ces matières montre qu'elles ont également la même composition. Elles se dissolvent avec facilité dans les acides , et se comportent au chalumeau comme les laves de la Scala et du Granatello ; il est dès lors probable que la différence de texture qui existe entre les cendres et les laves est le résultat de leur mode de refroidissement : au lieu d'arriver liquide à la surface , la matière en fusion s'est solidifiée à l'état de sable assez fin dans l'intérieur même du cratère ; ces sables ont ensuite été enlevés par les gaz qui sortent dans certains cas sous une grande pression. L'éruption de 79 a rejeté une grande quantité de ces

Des cendres.

cendres ; néanmoins les masses qui recouvrent Pompeï et Herculaneum n'appartiennent pas à cette classe de matières volcaniques, tandis qu'elles sont complètement identiques avec les tufs ponceux. Les cendres, ainsi que nous le dirons plus tard, n'ont joué qu'un bien faible rôle dans cette mémorable catastrophe.

Pierres
rejetées par
le Vésuve.

Enfin le Vésuve lance, au commencement de la plupart des éruptions, des pierres dont le volume est quelquefois considérable ; j'en ai vu dans le Piane plusieurs qui avaient de 12 à 15 pieds de hauteur, et qui, d'après leurs autres dimensions, devaient peser plus de 80 tonneaux ou 800 quintaux métriques. Ces espèces de bombes volcaniques sont composées des mêmes éléments que les laves, mais leur texture est essentiellement différente. Elles sont vitreuses et cristallines à la manière de certains trachytes, et sans aucunes vacuoles ; elles contiennent beaucoup de cristaux de pyroxène vert lamelleux, des grains hyalins blancs, des lames de mica rougeâtres et du péridot. L'état cristallin et la composition de ces blocs ont une identité vraiment remarquable, de sorte que leurs caractères extérieurs suffisent pour les faire distinguer à la simple vue des autres produits du Vésuve. Sur les bords du Palo il existe une assise de roche compacte d'environ deux mètres de puissance, visible dans l'escarpement intérieur, entièrement analogue à ces blocs rejetés. La texture lithoïde de cette assise et des bombes volcaniques, qui ne se reproduit que dans les laves qui par leur épaisseur ont dû se refroidir lentement me fait présumer que ces roches cristallines ont éprouvé un refroidissement lent et gradué. Peut-être l'assise du Palo est-elle seulement l'opercule

du cratère porté à sa place actuelle par un flot de laves qui l'aurait soulevé à l'état solide ; il se pourrait également que les blocs rejetés fussent des fragments de ce même opercule.

Outre ces produits principaux, on recueille au Vésuve différents minéraux, tels que du fer oligiste, du cuivre muriaté, du sel marin, etc., qui sont le résultat de la sublimation.

Les laves altérées par la vapeur muriatique, ou modifiées par les eaux, qui s'échappent quelquefois avec abondance des flancs du volcan, présentent des différences assez notables avec les caractères généraux que j'ai indiqués comme habituels à ces produits du Vésuve. Mais ces laves sont exceptionnelles et toujours circonscrites dans un petit espace. On cite encore, comme appartenant au Vésuve, les blocs de calcaires compactes et cristallins, et les fragments de roches anciennes, que l'on trouve en abondance sur les pentes de la Somma ; mais j'ai déjà annoncé que ces blocs faisaient partie du tuf ponceux qui recouvre les pentes de cette montagne. Il paraît, il est vrai, d'après les descriptions de Breislack, qu'il existe aussi quelques blocs de cette nature sur le cône même du Vésuve, ce qui fait encore supposer à plusieurs géologues que ces roches ont été rejetées par le volcan. L'identité complète entre ces blocs et ceux qui sont répandus en si grande abondance sur les flancs de la Somma, et leur différence avec les bombes volcaniques que le Vésuve lance à chaque éruption me paraissent deux raisons bien puissantes pour croire que les blocs calcaires sont entièrement étrangers au Vésuve. En outre, si ces blocs avaient été rejetés par le Vésuve, ils devraient être beaucoup plus abondants sur le cône central que sur

Blocs sur
les pentes
du Vésuve.

les flancs de la Somma, puisque cette dernière montagne est séparée de la première par une vallée circulaire de plus de 400 mètres de profondeur; cependant le contraire a lieu : les blocs sont tellement rares sur le Vésuve qu'on ne les rencontre que par hasard, tandis qu'ils sont répandus avec profusion sur les pentes de la Somma. Enfin si l'on trouve une certaine quantité de ces blocs à la surface, leur véritable gisement est au milieu des couches de tuf ponceux et surtout dans les couches inférieures. On peut du reste très-facilement expliquer leur présence sur le cône central par les considérations suivantes.

Les nappes de la Somma, qui ont été épanchées horizontalement, ainsi que je l'ai indiqué il y a seulement quelques pages, ont été recouvertes par le tuf ponceux déposé en couches régulières, lequel contenait, sous forme de galets, les blocs de calcaire, de roches anciennes et de roches amphigéniques. Lorsque la Somma a été soulevée, la portion de tuf qui existait au centre s'est éboulée dans la cavité cratériforme; il est donc naturel que le cône du Vésuve, qui doit son origine en partie au soulèvement du cratère de la Somma, présente quelques blocs sur ses pentes. On peut même dire que l'existence de ces blocs vient ajouter une preuve à celles déjà indiquées pour démontrer que le cône central du Vésuve ne peut être dû seulement à l'accumulation successive des laves, et qu'une autre cause doit avoir participé à son érection.

La sortie des laves a lieu quelquefois par le cratère même, comme dans les éruptions de 1822 et 1828; mais fréquemment les bouches qui les déversent s'ouvrent sur les flancs et quel-

Position des
bouches du
Vésuve.

quefois même au pied du Vésuve. Il est rare que la lave ne se fasse jour qu'en un seul point, presque toujours il se forme plusieurs bouches qui vomissent successivement ou même à la fois des torrents enflammés. Ces différentes bouches sont ordinairement placées en ligne droite, et fréquemment même elles sont reliées entre elles par une fente : lorsque la lave cesse d'affluer, elle se solidifie dans ces différentes ouvertures, qui constituent par leur ensemble un véritable filon. J'ai déjà fait remarquer ce mode d'expansion de la lave à la surface pour les coulées de la Somma, où l'on voit les filons venir se terminer successivement aux différentes couches qu'ils ont produites.

Les éruptions de 1760, de 1794 et du 28 août 1834, affectent cette disposition d'une manière très-prononcée :

La première de ces éruptions s'est faite au pied sud du Vésuve, au-dessous de la pente marquée par la ligne de tuf : elle a eu lieu par 4 bouches situées dans une ligne N.-S., passant par le bord du cratère qui regarde Naples.

Les bouches de 1794 sont placées sur le versant ouest du Vésuve, exactement au commencement de la seconde pente, et par conséquent un peu plus élevées que celles de 1760 : ces bouches, au nombre de cinq, sont disposées suivant une ligne dont la direction E. 38° N., O. 38° S. passe un peu au N. de l'arête circulaire du cratère. Ces cinq bouches comprennent une longueur de plus d'un mille; les deux plus élevées sont recouvertes par des coulées modernes; la troisième, très-allongée dans le sens de la direction particulière à cette éruption, est une véritable

fente le long de laquelle s'est élevé un bourrelet très-épais.

L'éruption du 28 août 1834 s'est d'abord fait jour sur le flanc est du cône, aux $\frac{2}{3}$ environ de sa hauteur; plusieurs petites bouches se sont ensuite ouvertes au pied même du cône, dans l'espèce de plaine qui le sépare des escarpements de la Somma, et que l'on désigne dans cette partie sous le nom de *Canal dell' Inferno*; ces différentes bouches sont reliées par une traînée de laves qui paraissent être sorties d'une fente: l'ensemble de ces différentes ouvertures forme une ligne sensiblement droite qui court E. 20° S., O. 20° N.

Cette disposition remarquable s'est représentée dans plusieurs autres éruptions.

La formation de plusieurs de ces petits cratères a été accompagnée de circonstances dont l'examen jette beaucoup de jour sur la manière dont s'est formé le cône central: les bouches produites en 1760 atteignent une hauteur assez considérable; la plus rapprochée du Vésuve s'élève d'environ 70 à 80 mètres au-dessus de la surface du sol; elle a la forme d'un cône assez régulier, dont la pente est d'environ 24 à 26°, présentant sur le devant, une vaste échancrure, par laquelle s'est déversée la lave. L'arête supérieure est recouverte sur tout son pourtour par une couche de scories rougeâtres, dont les cavités sont remplies de fer oligiste cristallisé. Les parois de l'échancrure et la portion de la coulée qui réunit cette première bouche et la seconde sont tapissées des mêmes scories. Les pentes sont recouvertes de fragments de laves ayant la texture et l'aspect des autres coulées: on n'y trouve que quelques scories tombées de l'arête supé-

Formation
des bouches
de l'éruption
de 1760.

rieure; mais il est évident que sa surface n'en a pas été couverte au moment de l'éruption. On y observe au contraire des blocs provenant d'éruptions antérieures reconnaissables à la grosseur des cristaux ainsi qu'à l'état un peu vitreux de la pâte. La disposition du courant de lave fait en outre présumer que la matière en fusion n'est sortie que par l'échancrure, et qu'elle ne s'est pas répandue sur la surface du cône à la manière d'une nappe qui se déverse par-dessus les bords d'un bassin où l'eau arrive sans cesse. La couleur foncée et la structure scoriacée de la lave, qui obstrue encore le canal par lequel elle s'est écoulée, l'indique suffisamment; de plus, il n'est pas probable que la nappe, qui se serait déversée par-dessus les bords se fût arrêtée exactement sur la surface de ce petit cône; elle aurait dû, au contraire, former une coulée sur tout son pourtour, laquelle serait venue ensuite se réunir à la coulée principale: cependant on ne voit à la circonférence inférieure du cône que des laves provenant de coulées d'une autre époque. La forme abrupte et isolée de ce cône, qui s'élève sans présenter à sa base la diminution de pente nécessaire pour raccorder sa surface avec la pente naturelle du sol, est encore une preuve que cette élévation n'a point été formée par une matière visqueuse, comme celle des laves, qui se serait superposée en couches successives. Toutes ces circonstances, au contraire, sont conformes à ce qui serait arrivé si le terrain, d'abord soulevé en forme de cloche par l'action des fluides élastiques qui se dégagent toujours avec une grande abondance au commencement des éruptions, s'était ensuite affaissé au centre, et qu'une large dépression eût remplacé la calotte sphérique qui en formait la partie supérieure.

La disposition de la bouche principale de l'éruption du 28 août 1834 se présente avec des circonstances entièrement analogues à celles que je viens d'indiquer; mais elles sont encore plus faciles à saisir, parce que sa surface n'a éprouvé aucune modification, et que la pente du Vésuve, sur laquelle a eu lieu cette éruption, est complètement recouverte d'une cendre d'un gris clair produite par l'éruption de 1822 : on y distingue alors facilement, et même de loin, toutes les parties de la nouvelle lave.

La bouche supérieure du mois d'août 1834, ainsi que je viens de l'indiquer quelques lignes ci-dessus, a été ouverte sur la surface même du cône, aux deux tiers de la hauteur; elle présente la forme d'un entonnoir portant une échancrure sur le devant. Un sillon noir, couvert de laves, indique le chemin que la lave a parcouru; ce sillon se compose de deux parties très-distinctes (*Pl. VIII, fig. 4*): la lave ne s'est attachée qu'en très-peu de points de la ligne *c*, qui occupe le centre de ce sillon sur toute sa longueur. Partout on voit le sol gris sur lequel la lave a coulé, et, loin d'avoir servi à augmenter l'épaisseur du cône, la lave en coulant a creusé un véritable ravin, et a plutôt détruit qu'édifié. A gauche et à droite de cette ligne médiane existent deux bandes parallèles *c', c'*, couvertes entièrement de laves, si ce n'est au point *d*, où sans doute, le sol étant plus élevé, la matière en fusion a été obligée de se séparer comme l'eau à la rencontre d'une île. Ces deux bandes ne sont autre chose que des bourrelets qui se sont formés sur les côtés, par la pression latérale de la lave; ils s'augmentaient à chaque instaut des parties solidifiées que le courant ne pouvait plus entraî-

Formation du
cône de 1834.

ner : c'est par une action semblable que la mer pousse devant elle à chaque flot les galets et les fucus, qu'elle accumule sur ses bords en longues lignes saillantes parallèles au rivage. A la partie inférieure du cône, à l'endroit où sa pente se raccorde avec le Piane, les bandes latérales de scories se réunissent, et on ne voit plus qu'une seule coulée qui se divise et se ramifie suivant les accidents du sol.

Les bourrelets de lave *c', c'* remontent bien un peu au delà de l'échancrure, mais la surface du petit cône n'en présente presque aucune trace, et sa couleur, uniformément grise, nous apprend qu'elle est complètement recouverte des mêmes cendres que l'éruption de 1822 a répandues sur les pentes E. et N. du Vésuve.

Cette disposition prouve mieux qu'aucun raisonnement la formation de ce cône; comment sa surface pourrait-elle être couverte de cendres s'il n'avait été entièrement édifié aux dépens des coulées antérieures qui ont été soulevées par l'action volcanique? La nouvelle éruption n'y a donc participé que par sa force d'expansion. Ce fait n'est point isolé, je viens d'indiquer que c'est à une action semblable que paraissent dues les bouches de 1760; le mode que la nature a suivi pour la formation des cônes, de ces deux éruptions, me paraît avoir également présidé à l'érection du cône principal. L'éruption de 1834 nous fournit en outre une preuve directe du peu de matière qui s'accumule sur une pente aussi rapide que celle du Vésuve, elle nous montre par conséquent l'impossibilité que ce cône ait été produit uniquement par l'accumulation de coulées successives de laves. Ce résultat était, du reste,

facile à prévoir par les lois de la pesanteur, qui ne permettent pas que des matières liquides, s'écoulant sur une pente de 33 à 34 degrés (inclinaison du Vésuve), puissent se consolider sur une certaine épaisseur. A peine une couche mince a-t-elle pu se solidifier, qu'elle se fendille dans tous les sens, et ses fragments s'accumulent au bas de l'escarpement, à la manière des morènes que l'on voit aux pieds des glaciers.

Ces détails me conduisent naturellement à étudier les lois qui président à l'écoulement et à la solidification des laves, question importante et dont la relation avec la théorie des soulèvements est si intime.

Je viens de montrer que le plus ordinairement les coulées de laves tracent sur la surface du Vésuve des sillons dont la largeur dépend de l'abondance de la lave et du relief du terrain. Mais, quelle que soit cette largeur, elles se présentent toujours comme de simples lanières : disposition que M. de Humboldt a caractérisée en disant que les laves sont toujours en bandes étroites.

La coulée de 1794, qui s'est prolongée jusqu'à la mer, et a couvert Torre del Greco, est une des plus considérables de toutes celles qui sillonnent les pentes du Vésuve; elle présente à son origine une largeur égale seulement à la 110^e partie de la circonférence sur laquelle ses bouches sont ouvertes; tandis que dans l'endroit où elle atteint sa plus grande largeur, c'est-à-dire en face de Dedonna, située à $\frac{1}{4}$ de sa longueur totale, elle est égale environ à la 55^e partie de la circonférence du cercle qui passe à cette hauteur du Vésuve.

Lois de l'écoulement des laves.

La largeur de la coulée du 28 août 1834, mesurée à la moitié de sa course, c'est-à-dire environ $\frac{1}{2}$ mille au-dessus de la maison de campagne du prince d'Ottajano, est environ la 80^e partie du cercle correspondant, et dans cette portion de sa course cette coulée est divisée en trois branches, circonstance qui en réduit notablement la puissance réelle. La moyenne de ces deux exemples établirait la largeur des coulées égale à la 82^e partie de la surface du Vésuve; mais, comme elles sont de beaucoup plus larges et les plus abondantes, on est encore au-dessus de la vérité, en la regardant comme égale seulement à la 100^e partie.

L'épaisseur des coulées, abstraction faite des cavités du sol sur lequel elles s'étendent, est en relation avec la pente; la lave s'accumule avec quelque abondance dans les parties plates, le mouvement d'avancement s'arrêtant bientôt lorsque la lave se répand sur un sol à peu près horizontal. Mais, pour des inclinaisons égales, l'épaisseur est à peu près constante; ce qui tient à ce que les laves du Vésuve, composées des mêmes éléments, possèdent une fluidité semblable. Cette épaisseur dépasse rarement trois mètres et, quand on suit le bord d'une coulée, il est rare que l'œil ne puisse en embrasser à la fois la surface sur une assez grande étendue. On voit s'élever, au-dessus du niveau général, des blocs plus ou moins considérables placés debout comme les pierres druidiques; mais, quelque abondants qu'on les suppose, ils ne sont jamais que des exceptions qui augmentent de bien peu la puissance totale de la coulée. Je montrerai bientôt que dans les différentes carrières qui bordent la mer, au Granatello, à la Scala, à Torre del Greco, etc., ainsi que dans les coupes

Étendue et puissance des coulées.

Épaisseur des coulées.

que l'on observe dans les escarpements du Fosso-Grande, l'épaisseur des coulées de laves atteint rarement cinq mètres; cependant dans ces carrières, les laves se sont accumulées sur un sol horizontal.

Manière de
couler ..des
laves.

Le mouvement des laves, quoique de même nature que celui de l'eau, présente cependant des différences essentielles qui résultent de leur viscosité, et surtout de ce que toute la nappe ne possède pas la même fluidité. Les surfaces extérieures de la lave se solidifient bientôt, tandis que l'intérieur reste à l'état de fusion; cette partie liquide est la seule qui possède le mouvement: elle coule à l'abri de l'atmosphère, en entraînant et en chassant devant elle la lave solidifiée. Cette circonstance explique pourquoi le courant de lave ne forme pas une simple lame, mais une masse ayant une certaine épaisseur, et présentant des bords assez nets, de telle façon que la lisière d'une coulée semble un véritable mur. Outre cette disposition, la plupart des coulées présentent des bandes longitudinales assez parallèles entre elles; ces larges stries, saillantes sur la surface, sont les traces du mouvement de la lave, qui ne s'avance pas d'une seule pièce, mais par bandes parallèles. Le courant intérieur est alimenté par la lave qui s'échappe de la bouche du volcan; et, suivant son abondance, la coulée s'étend sur une plus grande longueur de la pente, ou même jusqu'à la plaine horizontale sur laquelle s'élève le Vésuve. Le mouvement cesse, ou par le défaut de pente, ou par défaut de matière; la pente, sur laquelle le mouvement de la lave vient mourir, varie avec sa nature. On conçoit, en effet, qu'une lave pourra couler sur la même pente, où une autre encore chaude et liquide s'arrêtera. C'est

seulement lorsque le courant ne peut vaincre la résistance du frottement sur le sol que la lave s'accumule sur une certaine épaisseur, et qu'elle acquiert, par un refroidissement lent, la structure basaltoïde.

Quand les coulées s'arrêtent par suite du peu d'abondance de la matière vomie par le volcan, la lave s'amincit et se tiraille, dans tous les sens, comme une matière pâteuse que l'on étire. Dans ce cas, elle présente les caractères de scories, et elle ne devient jamais lithoïde.

L'intérieur des coulées possède une haute température, et reste même en fusion longtemps après que la lave a cessé de couler.

La longueur du refroidissement dépend en général de l'épaisseur de la couche de laves, et de quelques autres circonstances peu connues. La haute température et la fusion de la lave sont indiquées par la présence des fumarolles, c'est-à-dire par le dégagement des vapeurs de différentes natures qui s'échappent sous forme de fumée. Au Vésuve, ces vapeurs paraissent se composer d'acide carbonique, d'eau, d'acide muriatique et de sel marin. On a indiqué souvent de l'hydrogène sulfuré, mais on s'est assuré, par des essais réitérés, qu'il ne se dégageait pas de soufre; l'odeur piquante de l'acide muriatique le rend très-reconnaisable; en outre, les parties où les fumarolles se dégagent sont toujours couvertes de croûtes blanches de sel marin et d'efflorescences d'un jaune clair, que l'on prend assez généralement pour du soufre, et qui sont dues à un sous-muriate de fer. A mesure que la lave se solidifie les fumarolles s'éteignent, leur présence est une indication certaine de l'épaisseur de la coulée;

Des fuma-
rolles.

tant que la lave afflue, elles brûlent sur toute la longueur du courant de laves. Dans l'éruption du 28 août 1834, les fumarolles se sont éteintes, au bout de très-peu de jours, à la partie supérieure de la coulée, laquelle s'est solidifiée presque immédiatement par suite de la grande inclinaison du cône, qui n'a permis qu'à une très-faible quantité de laves d'adhérer à la surface. Les fumarolles étaient au contraire encore en pleine activité à la fin d'octobre, c'est-à-dire deux mois après l'éruption, vis-à-vis la maison de campagne du prince d'Ottajano, située à plus de deux milles au-dessous de l'orifice de sortie de la lave. Suivant toute probabilité, quelques-unes d'entre elles ont brûlé encore pendant plusieurs mois. Les fumarolles persistent donc en général plus longtemps à la partie inférieure des coulées, ce qui tient au mouvement continu de la lave, qui tend sans cesse à avancer. Elles se prolongent aussi dans les parties où la conformation du sol a forcé la lave à s'accumuler en plus grande quantité. La position des fumarolles, dans ces différentes circonstances, n'est pas non plus indistincte; elles sont en général placées suivant les stries longitudinales que présentent les coulées, disposition du reste, complètement en rapport avec le mouvement d'avancement des coulées.

Les vapeurs qui se dégagent de la lave et donnent naissance aux fumarolles lui sont propres; car elle ne les reçoit plus du volcan, avec lequel toute communication est interceptée une fois que la lave a cessé de couler; et d'un autre côté, elle ne peut les emprunter au sol sur lequel elle repose. Les laves ne contenant plus les éléments de ces fumarolles lorsqu'elles sont solidifiées, il faut donc que ces vapeurs restent en dissolution dans les laves

tant qu'elles sont en fusion, leur présence favorise probablement cet état moléculaire, puisqu'elles se dégagent instantanément de la lave au moment de la cristallisation.

La surface extérieure des coulées est toujours scoriacée; elle présente des stries qui sont les traces du mouvement de traction, auquel la lave a été soumise dans son état visqueux. Considérées dans leur ensemble, elles sont composées d'un assemblage de fragments anguleux disposés d'une manière irrégulière. Cette disposition est le résultat du retrait que les laves éprouvent dans leur refroidissement, et qui les fait éclater dans tous sens; par suite de ce refroidissement, la surface des coulées est fréquemment hérissée de blocs assez considérables, placés dans une position verticale et en saillie de plusieurs pieds au-dessus du niveau général.

La texture fragmentaire des laves est constante, tant que le sol sur lequel elles s'étendent présente une inclinaison supérieure à deux degrés. Lorsque la pente du sol est légère, et que la masse affluente est considérable, la coulée acquiert alors une certaine épaisseur, et la lave, se refroidissant lentement, prend la texture cristalline; dans cette circonstance même, la surface extérieure de la coulée est encore scoriacée. Lorsque les fragments de laves ont une épaisseur un peu considérable, il arrive ordinairement que le centre est assez cristallin; mais presque jamais il ne possède la structure compacte que l'on observe dans les coulées horizontales. La fluidité des laves et leur affinité pour la chaleur, exercent aussi de l'influence sur la texture de ces roches.

Pour établir, d'une manière certaine, le fait important de la relation de la texture des laves

Texture
des laves
en rapport
avec leur
inclinaison.

et de l'inclinaison des coulées, il est nécessaire que je donne quelques exemples; je les choisirai parmi les coulées les plus étendues, afin qu'elles présentent les différentes circonstances qui font varier la texture des produits volcaniques. Je pourrais, du reste, les citer toutes au hasard; car je ne crois pas qu'il existe une seule coulée où les lois que je vais indiquer éprouvent d'anomalie.

Lave de 1794. La lave de 1794, qui a pris naissance au-dessous du Piane au milieu duquel s'élève le cône du Vésuve, et qui est descendue jusqu'à la mer, sur les bords de laquelle elle forme un escarpement, nous fournit un exemple complet sous ce rapport.

L'inclinaison de cette coulée, au-dessous des bouches dont elle s'est échappée, est de 5° 53'. Elle est composée de fragments incohérents et scoriacés; ces fragments dans leur cassure, sont d'un gris extrêmement foncé, complètement bulleux; ils présentent quelques grains hyalins blancs, gros au plus comme la tête d'une épingle, des grains vitreux analogues au péridot, et des lamelles extrêmement rares qui paraissent appartenir à du Labrador. La coulée, fort étroite à son origine (100 mètres au plus), et dont l'épaisseur moyenne était environ de 1^m,50, s'élargit beaucoup près de Falanca (*Pl. IX*), maison de campagne située à 1.200 mètres des bouches qui l'ont vomie, et à la réunion de deux petits ravins. Elle conserve sa largeur, environ 500 mètres, jusqu'à Balzano, où le relief du sol a forcé la lave à se séparer en deux courants; le plus oriental s'est dirigé vers Vitello, près duquel elle s'est arrêtée; tandis que l'autre branche s'est précipitée vers la mer, en couvrant en partie la ville de Torre-del-Greco.

La pente de la coulée au-dessus de Falanca, est encore de 5°; entre ce point et Balzano, maison isolée, et que la lave a entourée de tous côtés, elle est seulement de 3° 59'. Cette inclinaison est celle d'une ligne qui passerait sur toute cette partie de la coulée, longue d'environ 1.300 mètres; elle est plus grande que l'inclinaison de sa dernière moitié, parce que le sol présente une double pente qui forme une véritable cascade. Malgré cette diminution dans l'inclinaison, l'état fragmentaire et scoriacé de la lave est le même; elle semble plutôt formée par la réunion de débris placés par une action alluviale, que le résultat de la consolidation d'une nappe de matière en fusion. La maison, qui a été enveloppée par la lave, nous permet de voir l'épaisseur totale de la coulée, qui est d'environ 4 mètres.

A plus de 1.200 mètres au-dessous de Balzano, la coulée est encore à l'état fragmentaire, quoique la pente diminue graduellement; ce n'est qu'à une très-petite distance de Torre-del-Greco, lorsque le sol devient presque horizontal, qu'elle commence à être cristalline. Dans la ville même, la lave est composée de la réunion de cristaux de pyroxène, de nodules hyalins blancs, et de quelques grains de péridot, le tout réuni par une masse d'un gris foncé, fusible en émail blanc. Les cristaux de pyroxène sont plus abondants dans la lave de 1794 que dans la plupart des autres coulées du Vésuve. Sur les bords de la mer, l'épaisseur de cette coulée est d'environ 7 mètres. Un escarpement à pic m'a empêché d'étudier les différents détails de sa composition; vue du haut du rivage, elle paraît compacte, et on la prendrait pour du basalte, si on ne voyait pas la coulée qui l'a produite: sa

structure, jusqu'à un certain point prismatique, tend à augmenter cette illusion. Plusieurs de ces parties colonnaires sont séparées par les eaux, et dans une petite anse, on voit la mer se jouer entre des prismes irréguliers que l'action destructive des flots a isolé de la falaise.

Coulée
de 1810

La coulée de 1810 est sortie au pied du Vésuve, un peu au-dessus de l'ermitage dit *Il Salvatore*; après avoir tourné le massif de tuf sur lequel est construit cet ermitage, la lave s'est précipitée dans le ravin, connu sous le nom de *Fosso-Grande*, qu'elle a suivi dans une partie de sa longueur. La pente générale de cette lave, au-dessus du *Fosso-Grande*, est de 7° , elle éprouve sur sa longueur plusieurs ressauts de 15° ; de sorte que, dans certaines parties de sa course, l'inclinaison réelle ne dépasse pas 4° ; partout, néanmoins, elle est à l'état fragmentaire et scoriacé. Le changement dans l'inclinaison influe seulement sur la puissance que présente cette coulée; très-mince dans les parties où l'inclinaison est forte, elle acquiert jusqu'à 5 mètres de puissance, lorsque la pente est réduite à 5° ; la différence dans l'état cristallin est en rapport avec la différence d'épaisseur. Ainsi le sable, qui provient de la destruction de la lave en nappe mince, est composé de grenailles informes, tandis qu'on trouve au contraire un assez grand nombre de cristaux de pyroxène et de grains hyalins blancs dans le sable produit par la désagrégation de la lave, lorsque sa puissance est de 5 mètres.

Cette coulée a rencontré dans sa course plusieurs habitations, elle les a entourées, à la manière d'un liquide visqueux, en formant au-devant une dépression, tandis qu'elle s'est élevée

sur leur derrière, c'est-à-dire dans le sens du courant. Malgré ce mouvement ascensionnel, dû à la résistance que le courant a éprouvée de la part de ces obstacles, cependant les murs n'ont point été renversés: cette circonstance est probablement le résultat du peu de vitesse de ce courant embrasé, qui n'a fait que s'appuyer sur ces habitations. C'est à la même cause que l'on doit attribuer l'élévation des rebords des laves qui sont terminés par un très-faible talus, de sorte qu'elles paraissent contenues entre deux murs.

L'éruption de 1767 a donné un courant qui a suivi à peu près le même chemin que la lave de 1810; seulement son affluence était beaucoup plus considérable; de sorte qu'elle a recouvert le fond du ravin du *Fosso-Grande* sur toute sa longueur, et qu'elle s'est ensuite répandue dans la campagne, sur à peu près un mille de longueur.

Coulée
de 1767.

Dans la partie supérieure du *Fosso-Grande*, jusqu'à environ 1.000 mètres de son origine, la pente sur laquelle la lave a coulé est de 19° . Cette forte inclinaison est augmentée, dans quelques points, par des chutes assez considérables; il en résulte que la coulée, dont l'épaisseur est seulement de $0^m,50$ à $0^m,75$, est tordue suivant le sens de la longueur, et semble formée de la réunion de gros câbles placés à côté les uns des autres. Elle est en outre entièrement scoriacée et bulleuse, et l'on y aperçoit seulement de loin en loin de très-petits noyaux cristallins informes.

La pente décroît rapidement; elle n'est plus que de 7° à 1600 mètres au-dessous de l'origine du ravin, point où il s'élargit beaucoup, et près duquel les escarpements de tuf viennent se terminer.

La lave ne présente plus ces traces profondes d'étirement que je viens de signaler; elle est fragmentaire et très-scoraciée. Enfin, au delà des escarpements du Fosso-Grande jusqu'à l'extrémité de la coulée, la pente du sol n'est plus que de 4° . La largeur de la coulée et son épaisseur augmentent assez fortement; mais l'état fragmentaire de la lave ne change pas, seulement la texture cristalline est plus développée, et l'on y trouve de nombreux noyaux hyalins blancs.

La lave produite par l'éruption de 1760, sur laquelle j'ai donné quelques détails, est partout à l'état fragmentaire et scoracié; son inclinaison, prise depuis son origine jusqu'à son extrémité, est de 4° . Elle est par conséquent beaucoup plus faible dans le bas, et cependant nulle part la lave ne devient compacte et granitoïde.

Coulée
de 1807.

La lave de 1807, qui a coulé sur la pente sud du Vésuve, entre Torre del Greco et les Camaldoli, a traversé la grande route de Naples à Sorrente: près de Falanca, point où elle coupe cette route, son angle avec l'horizon est de $3^{\circ} 15'$; malgré cette faible inclinaison, toute cette coulée est composée de fragments incohérents et scoraciés.

Coulée
de 1834.

La coulée du 28 août 1834, dont l'origine est, ainsi que je l'ai indiqué, sur le cône même du Vésuve, a parcouru une longueur de 6.600 mètres environ, et s'est répandue au delà de la seconde pente du Vésuve: son inclinaison, d'abord très-forte, est réduite à 8° au-dessous de la chute qu'elle présente à sa sortie du Piane; un peu avant la maison de campagne du prince d'Ottajano, cette inclinaison n'est plus que de 6° ; enfin, entre cette campagne et l'extrémité de la coulée, la pente est réduite à deux degrés. Malgré cette

grande différence, la lave ne présente en aucune partie de son cours une texture compacte; partout elle est scoraciée, seulement dans les parties inférieures elle contient une assez grande quantité de grains hyalins et de péridot.

Je terminerai ces détails sur la texture des coulées en indiquant la nature des laves, dans plusieurs carrières situées sur les bords de la mer, où elles se sont étendues sur un sol horizontal.

Les carrières les plus près de Naples sont exploitées près du fort du Granatello, au pied de Resina. Le sol sur lequel la lave s'est moulée étant fort irrégulier, il en résulte que la coulée a une épaisseur qui varie dans différents points de la carrière, et la texture de la lave éprouve des variations correspondantes.

Lave
cristalline du
Granatello.

Dans la carrière située immédiatement derrière la caserne des forçats, la lave se présente sur une puissance d'environ 9 mètres; cette épaisseur se divise en trois parties distinctes, séparées par des fissures horizontales, qui donnent à la masse une fausse apparence de stratification (*Pl. VIII, fig. 5 et 6*); on serait porté à les regarder comme le produit de coulées différentes, sans leur juxtaposition immédiate. La partie inférieure sur une hauteur de 2 mètres est imparfaitement prismatique, tandis que la moyenne ne présente pas cette disposition.

Outre les fissures verticales qui donnent à cette partie de la coulée la structure colonnaire, il en existe dans toute la masse un grand nombre disposées horizontalement. Ces fissures ne séparent pas la coulée en strates, elles ont seulement quelques pieds de longueur, se terminent en coin à leurs extrémités, tandis qu'au centre elles s'élargis-

sent et ont une ou deux lignes d'épaisseur ; elles paraissent produites par des bulles allongées qui ont laissé un vide. La lave est assez uniforme dans toute cette carrière, elle est formée d'une pâte d'un gris clair, composée presque entièrement de points brillants et cristallins, dans laquelle sont disséminés des cristaux de pyroxène, quelques grains arrondis hyalins, et de petits nodules vitreux d'un vert jaunâtre, que je présume être du périodot. Les cristaux de pyroxène sont lamelleux et d'un vert assez foncé, ils paraissent appartenir au diopside.

Les nombreuses fissures de ces laves sont tapissées de petits cristaux, la plupart indéterminables, mais dont quelques-uns affectent la forme propre au groupe du feldspath. D'après leur abondance et la manière dont ils se fondent dans la pâte, il n'est pas douteux que la masse ne soit en grande partie composée de la matière de ces cristaux qui, d'après plusieurs essais (1), contiennent une quantité assez considérable de soude ; mais sur la nature desquels je ne suis pas encore fixé.

L'examen de toutes les laves du Vésuve qui

(1) J'ai fait déjà plusieurs analyses de ces laves ; mais je n'ai pas encore recueilli assez de résultats pour avoir une opinion certaine sur leur composition. Leur examen fera l'objet d'un travail particulier. Ces laves se comportent toutes de la même manière au chalumeau, et elles sont presque entièrement solubles dans l'acide nitro-muriatique, en ayant le soin de les réduire en poussière impalpable ; l'attaque est vive, et se fait avec un grand dégagement de chaleur. Je joins ici l'analyse d'une lave cristalline du Granatello et de la Scala. Afin d'avoir autant que possible une analyse de la masse même, j'ai séparé avec soin les cristaux de pyroxène qu'elles contenaient.

se sont refroidies dans des circonstances analogues à celle du Granatello, me conduit à conclure qu'elles ont toutes une composition semblable ; elles diffèrent par conséquent des laves de la Somma, lesquelles en outre ne présentent pas de fissures : ce caractère ne se retrouve pas non plus dans les trachytes et les basaltes.

La partie supérieure de la carrière (*Pl. VIII, fig. 5 et 6*) est formée par une masse scoriacée, blanchâtre, très-bulleuse, ressemblant à une véritable écume. Cette espèce de scorie est extrêmement légère ; examinée à la loupe, on reconnaît qu'elle contient des petits cristaux en prismes rhomboïdaux obliques : je n'y ai point vu de cristaux d'amphigène ; l'épaisseur de cette partie bulleuse est très-variable, elle est de quatre mètres dans les points où sa puissance est la plus grande. La séparation de la lave compacte et de la partie scoriacée n'est pas tranchée, et l'on peut facilement recueillir des échantillons présentant ces deux manières d'être de la lave.

Dans quelques points de la carrière du Granatello, le sol sur lequel la lave s'est étendue se relève brusquement (*fig. 6*), et l'épaisseur de 9 mètres est réduite à 3^m.50. L'assise de la coulée, qui repose immédiatement sur le sol, est sur 1 mètre de puissance à l'état de scories bulleuses, noires et non cristallines, on y observe cependant quelques cristaux.

La lave qui occupe le centre de la coulée est compacte, elle est également recouverte de scories et de laves scoriacées. Aussitôt que le sol présente des dépressions dans lesquelles la lave s'est accumulée, on voit la structure colonnaire se reproduire ; les *fig. 5 et 6 (Pl. VIII)* donnent une idée de cette disposition.

Lave de la
Scala.

Dans les carrières de la *Scala*, situées à moitié chemin de Resina et de Torre del Greco, la lave est plus puissante et son tissu est plus serré que dans celles du Granatello. L'une de ces carrières nous a présenté la coupe suivante (*Pl. VIII, fig. 7*) : la lave est séparée en quatre bandes ou assises par des fissures irrégulières, mais cependant horizontales dans leur ensemble. Ces divisions sont tellement prononcées, que les ouvriers les mettent à profit pour l'exploitation des laves, que l'on exécute par gradins de la hauteur même des assises. Les laves sur toute la hauteur de la carrière, à l'exception de l'assise supérieure qui est à l'état de scories, présentent la même texture; de façon qu'il serait difficile de dire de quelle partie proviennent les différentes pierres que l'on voit éparées dans la carrière. La lave de la Scala est d'un gris clair comme celle du Granatello, elle est composée des mêmes éléments. La masse principale est également formée par un grand nombre de petits cristaux prismatiques qui tapissent toutes les fissures et qui se fondent dans la partie plus compacte; elle contient beaucoup moins de cristaux de pyroxène, mais elle renferme en plus grand nombre des grains hyalins blancs, qui sont si abondants dans les laves scoriacées.

L'assise inférieure, qui a deux mètres de hauteur, est imparfaitement colonnaire, et les fragments verticaux que l'on en détache sont irrégulièrement prismatiques.

La seconde assise, séparée de l'inférieure par une forte rainure, est encore prismatoïde, son épaisseur est de 3 mètres : dans la troisième assise la structure colonnaire n'existe plus, elle est au contraire divisée en six strates par des fissures

irrégulières disposées horizontalement. Les laves composant ces différentes assises sont en outre traversées de petites fentes tapissées d'une multitude de cristaux prismatiques comme au Granatello. Une masse scoriacée, ayant un mètre à 1^m,50 d'épaisseur, forme la partie supérieure de ces carrières, elle est blanchâtre et très-bulleuse.

Dans plusieurs carrières de la Scala, l'épaisseur totale de la lave s'amincit par l'irrégularité du sol, alors la texture colonnaire disparaît, et lorsqu'on aperçoit la partie inférieure de la coulée, on la voit reposer sur un lit de scories.

La lave de la Scala est presque partout recouverte de végétation, et je n'ai pu étudier sa texture dans les parties où la pente sur laquelle elle s'est étendue est un peu plus considérable; la coulée de 1551, exploitée au Granatello, se montre au contraire au-dessus de Resina pendant une certaine longueur, avec les caractères des autres courants de lave. Au-dessus de Resina, cette coulée a six pieds de puissance, ses parois, sur une épaisseur d'environ un pied, sont à l'état de scories d'un gris très-foncé. Les parties immédiatement en contact avec les scories sont bulleuses, tandis que le centre présente une bande assez compacte de 0^m,50 à 0^m,80 de puissance. A une heure au-dessus de Resina, la surface de la lave forme avec le bord de la mer un angle de 4° 15'; elle est alors composée exclusivement de fragments incohérents noirs et scoriacés.

Le ravin du Fosso-Grande nous fournit sur un très-petit espace des exemples saillants de la différence de texture des laves, suivant le plus ou moins d'inclinaison du sol.

Cette fente est ouverte dans le tuf ponceux qui

Laves du
Fosso-Grande.

forme les contre-forts du Vésuve, et s'élève presque jusqu'à la crête de la Somma. Sur ses deux côtés les couches de tuf se correspondent (*Pl. VIII, fig. 9*); elles sont inclinées de 10 à 12° : sur la droite du ravin, on voit les nappes de la Somma sortir de dessous le tuf, tandis que dans l'escarpement de gauche le tuf est, au contraire, recouvert par trois coulées puissantes de laves (*Pl. VIII, fig. 11*), dont l'ensemble peut avoir de 18 à 20 mètres d'épaisseur; elles sont séparées par des couches de scories disposées en talus. Les différentes coulées de laves en retrait les unes sur les autres, comme les marches d'un escalier, sont séparées par des lits de scories; ces laves se sont répandues sur une partie plane, de sorte qu'elles ont acquis une grande puissance. Les caractères extérieurs de ces laves sont complètement identiques avec ceux de la lave de la Scala, qui s'est refroidie dans des circonstances semblables. Chaque coulée se divise de même en plusieurs assises séparées par des fissures irrégulières. La coulée inférieure est en partie colonnaire; cette structure est surtout prononcée dans quelques points où, le tuf présentant des dépressions, la lave s'y est accumulée sous forme de culot prismatique. Le contact du tuf et des laves est marqué par une assise de scories; vers le bas du Fosso-Grande, l'escarpement présente une chute rapide, où les laves ayant alors formé cascade, elles se sont fortement amincies, et leur surface porte encore des traces prononcées de l'étirement qu'elles ont éprouvé, comme on l'observe dans toutes les coulées modernes.

La réunion des détails que je viens de donner sur la texture de plusieurs coulées, montre avec la dernière évidence que les laves ne sont compactes et cristallines, que lorsqu'elles se sont

Conclusion
sur la texture
des laves.

répandues sur un sol ayant 1 degré à 2 degrés au plus d'inclinaison : pour qu'elles deviennent colonnaires, il faut en outre que la coulée possède une assez grande puissance. Lorsque la pente du terrain est supérieure à 2°, la texture compacte commence à s'effacer, les laves deviennent bulleuses et même scoriacées. Les coulées, qui se présentent sous un angle de 4°, ne sont plus que des agglomérations de fragments incohérents. Si elles possèdent quelquefois encore une texture compacte, elles en sont toujours redevables à des circonstances particulières, qui ont permis à la lave de s'accumuler en plus grande quantité sur certains points.

Cette inclinaison de 4° représente à peu près la pente générale du Cantal; elle est de beaucoup inférieure à l'inclinaison des nappes de trachyte et de basalte dans les parties supérieures de ce groupe, laquelle est moyennement de 9 à 10°; cependant dans le Cantal, malgré cette forte inclinaison, les trachytes et les basaltes sont constamment compactes et cristallins : n'est-il pas dès lors presque certain que les nappes du Cantal ont coulé sur un sol à peu près horizontal, et que c'est une cause récente qui les a portées dans la position qu'elles occupent actuellement. Il en est de même des laves de la Somma, dont la texture est celle d'un porphyre amphigénique, quoique cependant elles forment des nappes inclinées de 20 à 25 degrés. L'inspection seule des escarpements du Fosso-Grande, qui présentent en regard les nappes inclinées de la Somma et les coulées du Vésuve actuel, lesquelles sont scoriacées aussitôt que la pente du terrain est un peu forte, fournit une des preuves les plus convaincantes à l'appui de cette conclusion.

IV. PHÉNOMÈNES

Qui ont accompagné l'ensevelissement d'Herculanum et de Pompeï.

Je terminerai cette notice sur le Vésuve par une courte description de la masse de tuf qui recouvre Herculanum et Pompeï. On sait que la destruction de ces deux villes se rattache à l'éruption du Vésuve, qui eut lieu en 79. Le silence de Pline sur leur ensevelissement, a été cause de quelques doutes sur l'époque de cette catastrophe. Il est vrai qu'un semblable oubli est presque incompréhensible dans une narration destinée à faire connaître les principaux phénomènes de cette trop célèbre éruption; mais une foule de circonstances prouvent cependant une connexité entre ces deux événements. Seulement il est probable que l'ensevelissement d'Herculanum et de Pompeï n'a pas été instantané; il paraît être en partie le résultat d'alluvions boueuses dépendant des phénomènes volcaniques. On admet généralement que Pompeï a été enfouie sous la pluie de cendres qui a accompagné l'éruption de 79, et que la ville d'Herculanum a été recouverte par une coulée de laves: en examinant avec attention la nature et la disposition des tufs qui recouvrent ces deux villes, on reconnaît bientôt qu'ils sont composés des mêmes éléments, et que les différences qu'ils présentent, soit dans leur texture, soit dans la grosseur de leurs grains, tiennent à la distance à laquelle Herculanum et Pompeï sont placées du Vésuve. Ni l'une ni l'autre de ces villes ne présente d'indices de coulées de laves, et les cendres

proprement dites me paraissent n'y avoir joué qu'un faible rôle, du moins pour l'exhaussement du sol. En effet, si elles avaient été recouvertes entièrement par les cendres, il se serait passé un phénomène du même ordre que l'envahissement des terres par les dunes; mais si on compare les circonstances qui ont accompagné l'ensevelissement de Pompeï avec ce qui a lieu dans les Landes, lorsque des habitations sont couvertes par les sables transportés sans cesse par l'action du vent, on remarque bientôt des différences essentielles entre deux phénomènes analogues, et qui devraient produire des résultats semblables. Dans les dunes, le sable s'élève graduellement autour des édifices, sans s'introduire dans leur intérieur, et les toits sont recouverts depuis longtemps, qu'on peut encore, au moyen de tranchées, pénétrer dans les différentes parties des maisons. A Herculanum et Pompeï, au contraire, les excavations sont complètement remplies, il ne reste aucun vide, même dans les caves les plus profondes, et dont les voûtes sont cependant intactes. Ce comblement est tellement parfait, que le tuf présente partout l'empreinte exacte des objets qu'il enveloppe, circonstance qui ne peut s'accorder avec une simple pluie de cendres. La matière doit avoir été introduite par un liquide qui pouvait s'insinuer par les ouvertures, même les plus petites; l'eau, en s'écoulant, a abandonné le limon qu'elle tenait en suspension, lequel, en se tassant, a produit le tuf compacte et homogène qui remplit l'intérieur des habitations de Pompeï; mais, pour qu'une semblable opération ait pu s'effectuer, il a fallu un temps assez considérable. Des éboulements causés par l'éruption même paraissent avoir fourni la

Causes de l'ensevelissement de Pompeï.

matière pulvérulente, qui plus tard a été insinuée dans l'intérieur des habitations par l'action prolongée des eaux. La relation de Pline s'accorde avec cette supposition. En effet, il dit : « Que déjà sur ces vaisseaux (de la flotte de » Pline) volait la cendre plus épaisse et plus » chaude à mesure qu'ils approchaient. Déjà » tombaient autour d'eux des pierres calcinées et » des cailloux noirs ou brûlés, pulvérisés par la » violence du feu; la mer semblait refluer et le » rivage devenir inaccessible, par des quartiers » de montagnes dont il était couvert (1). »

L'expression *quartiers de montagnes* ne peut s'appliquer qu'à des masses considérables éboulées.

Il y a donc eu des éboulements en même temps qu'une pluie de cendres.

L'émigration des habitants aurait donc été causée par la pluie brûlante, qui n'a cessé de tomber pendant quatre jours et quatre nuits; tandis que l'ensevelissement de la ville aurait été produit par un vaste éboulement, et le comblement aurait été le résultat de l'entraînement des matières incohérentes de l'éboulement par l'action des eaux.

L'examen des masses terreuses qui recouvrent Pompeï et Herculaneum vient à l'appui de cette supposition. Elles sont toutes deux presque entièrement composées d'éléments étrangers au Vésuve proprement dit; elles sont au contraire formées par des débris du tuf des environs de Naples, lequel constitue les contreforts du Vésuve, et s'élève presque jusqu'à l'arête culminante de la

(1) Lettre XVI de Pline à Tacite, sur la mort de son oncle.

Somma. L'épaisseur de la masse qui recouvre Pompeï varie suivant le relief du sol; on peut l'évaluer généralement à 16 pieds. Les maisons et les édifices sont complètement recouverts, l'amphithéâtre seul s'élève un peu plus haut que le niveau général, et on voit son arête supérieure saillir de quelques pieds au-dessus de ces dépôts modernes. Il est probable que cette hauteur du tuf a été plus grande; car sans cela on aurait découvert Pompeï bien plus anciennement. Peut-être son niveau s'est-il abaissé par suite du comblement successif. Les tranchées qui ont été faites autour de l'amphithéâtre pour le décombrer nous font connaître la disposition générale et la nature de la masse recouvrante qui se compose de plusieurs assises. Elles présentent généralement la succession suivante (*Pl. VIII, fig. 12*); la seule différence qui existe entre des coupes prises à certaines distances consiste dans l'épaisseur des assises.

1° La partie inférieure est composée de la réunion de fragments de pierre ponce, la plupart de la grosseur d'une noix, mais dont un grand nombre ont plus de cinq ou six pouces de diamètre; ces ponces sont mélangées de fragments de laves de la Somma, de trachytes et même de quelques morceaux de calcaires: cette assise a quatre pieds $\frac{1}{2}$ à cinq pieds d'épaisseur; comme elle n'est pas cimentée par des parties terreuses, elle ne possède aucune solidité.

2° L'assise de pierres ponces est recouverte par un tuf composé de parties fines d'apparence argileuse, possédant une certaine solidité, mais dont il est cependant assez difficile de faire des échantillons. Ce tuf est mélangé d'une grande quantité de petits fragments de pierre ponce d'un

Nature du tuf
qui recouvre
Pompeï.

gris clair et de couleur jaunâtre, en général très-friables; on distingue au milieu de cette masse terreuse des fragments lamelleux blancs, appartenant à du Rhacolyte, des cristaux de pyroxène et des petits galets blancs assez durs, fusibles en émail blanc.

A la loupe on reconnaît bientôt, que l'espèce d'argile qui donne de la solidité à cette seconde assise est composée de débris très-ténus de la même pierre ponce, dont je viens de signaler des fragments plus gros. La composition de ce tuf est donc uniforme, il est formé presque uniquement de débris du tuf ponceux, et il existe seulement une différence dans la grosseur de ces parties. Cette masse terreuse présente quelquefois une solidité qui ne lui est pas habituelle, et cependant on remarque qu'elle s'égrène encore entre les doigts. Si on enlève les parties terreuses au moyen d'une forte brosse, on reconnaît que la solidité a été donnée par des filtrations siliceuses, qui ont traversé la masse et se sont solidifiées sous forme d'une croûte très-irrégulièrement concrétionnée.

L'épaisseur de cette assise est variable, elle peut avoir moyennement quatre pieds. Elle présente des traces de stratification très-prononcées, et ses strates sont même dans une position contrastante avec la ligne de séparation du tuf et de l'assise de pierres ponces. Cette disposition, qui se retrouve dans tous les dépôts de sédiment prouve d'une manière incontestable que les eaux ont eu une assez forte part dans l'ensevelissement de Pompeï.

3° Une couche mince de pierre ponce met une séparation tranchée entre l'assise que je viens de décrire et la suivante; ces pierres ponces

sont de même nature que celles qui forment la partie inférieure de toute cette masse; seulement les fragments sont, au plus, gros comme une noisette.

4° Une assise de tuf terreux friable, divisée en plusieurs strates, forme la partie supérieure. Les strates sont séparés par des lits de 4 à 5 pouces de nodules, semblables à des pisolites composés des mêmes éléments que la masse terreuse, mais seulement possédant une cohésion plus grande. Il faut, pour écraser ces nodules, exercer une pression encore assez forte, tandis que ce tuf lui-même tombe en poussière par la simple dessiccation et par le plus léger frottement entre les doigts. Il m'est donc impossible de voir dans ces globules autre chose que des concrétions, et leur présence ainsi que leur disposition me paraissent des raisons qui confirment encore la supposition que j'ai faite sur la catastrophe de Pompeï. M. Poulet Scropp, et après lui M. Lyell (1), supposent que l'agrégation globulaire de ces parties terreuses est due à des gouttes de pluie qui, en tombant sur les cendres pulvérulentes, les ont agglutinées.

Sans doute un effet semblable peut être produit par des gouttes de pluie, mais il ne serait que momentané, et les globules formés par cette cause tomberaient bientôt en poussière par la dessiccation, tandis que les noyaux arrondis, qui distinguent l'assise qui nous occupe, jouissent d'une certaine solidité. Ils doivent s'être formés dans une eau chargée d'un certain suc qui a per-

(1) Principles of Geology, etc. (3^e édition, vol. II, page 97.)

mis aux parties terreuses de s'agglutiner sous cette forme ; l'épaisseur de cette quatrième assise est environ d'un pied et demi.

5° Une terre noire, mélangée de détritux végétaux, recouvre presque partout cette dernière assise ; il paraît qu'il existe au-dessus une petite couche de cendres produites par l'éruption de 1822 ; elle contient des cristaux complets d'augite. M. Lyell évalue son épaisseur à 2 ou 3 pouces. Tout le terrain que j'ai parcouru étant cultivé, je n'ai pu observer cette dernière couche.

Nature du tuf
qui recouvre
Herculanum.

La masse qui recouvre Herculanum est beaucoup plus considérable que celle de Pompeï ; son épaisseur atteint, dans quelques parties, jusqu'à 112 pieds. Pendant longtemps les travaux de déblaiement ont été exécutés par excavations souterraines ; mais, depuis quelques années, on a reconnu une partie de la ville recouverte seulement par 30 ou 40 pieds de tuf, et on y exécute les travaux à ciel ouvert comme à Pompeï. Les différentes tranchées qui entourent la partie actuellement reconnue, montrent que cette épaisseur considérable de matière meuble a été apportée à plusieurs époques. Cette masse présente en outre une stratification très-reconnaissable par la différence dans la grosseur des parties. Je n'ai pas vu à Herculanum, une assise composée uniquement de fragments de ponces, comme je l'ai indiqué à Pompeï ; mais toute la masse est formée de débris ponceux. Les fragments, assez gros pour être discernables, possèdent la texture fibreuse des ponces, et cette disposition se retrouve dans les parties pulvérulentes lorsqu'on les observe au microscope. Ce tuf est donc en tout semblable à celui de Pompeï, seulement il est plus compacte,

ce qui tient sans doute à sa grande épaisseur.

Ces matières terreuses ne présentent aucune analogie avec les substances pulvérulentes que le Vésuve rejette dans certaines éruptions, et que l'on désigne sous le nom de cendres. Les cendres de 1822, par exemple, sont, ainsi que j'ai eu occasion de le faire remarquer, à l'état de grains brillants, à la fois cristallins et vitreux ; ils constituent plutôt une couche sablonneuse que terreuse. Ces grains, en outre, n'ont point la texture fibreuse de la ponce. Si l'on compare aussi ces matières terreuses avec les autres produits du Vésuve, on remarque qu'il existe également entre ces substances des différences telles, que les masses qui recouvrent Herculanum et Pompeï paraissent étrangères au volcan. Ces masses présentent, au contraire, une identité complète avec le tuf qui forme le contre-fort du Vésuve, ainsi qu'avec celui qui constitue les collines des Champs-Phlégréens, composés essentiellement de débris ponceux. Cette identité a été reconnue par M. Lyell (1), seulement il en tire la conséquence que

(1) On doit trouver la plus grande analogie entre les couches de matière qui recouvrent Herculanum et Pompeï, et celles qui composent les plus petits cônes des Champs-Phlégréens, tels que le Monte Nuovo, formé par l'accumulation rapide de matières rejetées, avec cette seule différence que les couches qui recouvrent les deux villes doivent être horizontales, tandis que celles qui forment les cônes sont fortement inclinées, et que les fragments anguleux un peu considérables, que l'on trouve près de la bouche qui a vomi ces matières, doivent manquer à une certaine distance ; les lapillis ayant pu seuls être transportés à une certaine distance. Avec ces différences, on ne peut pas trouver une identité plus parfaite, soit pour la disposition et la nature, qu'entre les éléments du Monte Nuovo, qui

les collines des Champs-Phlégréens ont été formées par des déjections de matières pulvérulentes. Les détails dans lesquels je suis entré sur la nature du tuf qui compose ces collines, ainsi que sur sa stratification, ont, je crois, prouvé avec évidence, que c'est à un phénomène entièrement différent qu'elles doivent leur élévation.

La composition chimique de ces tufs confirme d'une manière remarquable la conclusion à laquelle on est conduit par l'examen des caractères extérieurs. En effet, les tufs d'Herculanum et de Pompeï contiennent, comme ceux des Champs-Phlégréens, une forte proportion de potasse, tandis que tous les produits du Vésuve sont à base de soude.

La disposition stratiforme des masses qui recouvrent Herculanum et Pompeï, leur identité de composition avec le tuf ponceux de la Somma, et leur différence avec les produits du Vésuve, sont autant de faits qui confirment l'opinion que j'ai émise sur l'enfouissement de ces deux villes par un éboulement.

Je rappellerai que le cône actuel du Vésuve ne paraît pas avoir existé antérieurement à l'éruption de 79, la plus ancienne dont l'histoire et les traditions nous ont conservé le souvenir; cette éruption se distingue de toutes celles qui se sont succédé depuis, par le développement inaccoutumé des phénomènes volcaniques, ainsi que par

sont mis à nu par la mer et la masse qui recouvre Pompeï. (Lyell, 3^e édition, 2^e vol., page 95.)

Nous ajouterons que l'identité est d'autant plus complète qu'il existe, ainsi que je l'ai indiqué, des fragments volumineux de pierres ponceuses et de roches de la Somma dans l'assise inférieure du tuf de Pompeï.

leur nature même, aucune lave ne paraissant s'être écoulée à cette époque. Il est dès lors probable que cette éruption est due principalement au dégagement d'une immense quantité de gaz qui, s'échappant sous une très-forte pression, ont commencé par soulever la surface, et ont donné naissance, du moins en grande partie, au cône du Vésuve. Ce même phénomène a pu produire l'éboulement sous lequel ont disparu deux des villes les plus populeuses et les plus civilisées de la Campanie.

Résumé.

Les faits que j'ai exposés dans ce mémoire, quoique se rapportant seulement aux terrains volcaniques des environs de Naples, embrassent cependant des phénomènes d'un ordre très-différent. Je vais les réunir en quelques lignes, afin qu'on puisse en saisir l'ensemble avec plus de facilité.

Je suivrai, dans ce résumé, l'ordre adopté dans ce mémoire.

Époques différentes des phénomènes volcaniques.

1^o Les phénomènes ignés se sont reproduits dans les environs de Naples, à trois périodes fort éloignées les unes des autres, avec une intensité et des caractères très-différents.

La première période, dont l'époque géologique est inconnue (1), est marquée par l'épanchement

(1) La sortie de ces trachytes pourrait correspondre à l'époque où les mêmes roches se sont produites dans la France centrale: on sait en effet que, dans le tuf à ossements de Perriers et de Boulade, on retrouve les mêmes espèces d'animaux que dans les terrains subappe-

des trachytes qui ont fourni les éléments du tuf ponceux, des laves de la Somma en nappes horizontales, ainsi que des roches amphigéniques des environs de Rome.

La sortie des trachytes des Champs-Phlégréens et d'Ischia a eu lieu dans la seconde période.

La troisième comprend les éruptions laviques d'Ischia, du Vésuve et du Monte Nuovo.

Du tuf ponceux.

2° Le sol de la campagne de Naples et des îles qui en dépendent, abstraction faite des montagnes volcaniques, est formé d'un tuf composé presque uniquement de fragments de ponces de grosseurs différentes provenant de la destruction du trachyte de la première période. Dans quelques circonstances ces fragments sont assez gros pour fournir des pierres ponces; mais le plus fréquemment ils ont été tellement triturés, que la masse du tuf est argileuse et paraît assez homogène. Les caractères du tuf, partout les mêmes, attestent que son origine est due constamment à la même cause.

3° Le tuf ponceux est disposé en couches minces régulières, même lorsqu'elles sont contournées (cap Misène, île de Procida, etc.); il contient des coquilles fossiles (mont Epoméo, le Pausilippe, la Somma, etc.), ainsi que des

nins, et par conséquent que dans le tuf des environs de Naples. On doit donc regarder les dépôts à ossements de Boulade, comme correspondant aux terrains tertiaires les plus modernes; mais en outre on y trouve des fragments de trachytes et de ponces, ce qui atteste qu'une partie au moins des trachytes de l'Auvergne et du Vivarais est venue au jour avant le dépôt des terrains subappenins.

ossements de grands animaux (environs de Rome, côte de Sorrente, Amalfi). Cette double circonstance montre avec la dernière évidence que ce tuf, malgré la hauteur à laquelle on l'observe au mont Epoméo et à la Somma, s'est déposé sous une certaine profondeur d'eau, de la même manière que tous les terrains de sédiment.

4° La direction générale des accidents que présente la stratification du tuf, ainsi que l'alignement des différentes collines qu'il compose (E. 20 N.-O. 20° S.), correspond au soulèvement de la chaîne principale des Alpes, et peut faire supposer que le tuf ponceux est contemporain ou peu postérieur aux terrains subappenins. Mais plusieurs autres circonstances conduisent à admettre que cette formation est encore plus moderne, et la rapprochent d'un grand nombre de dépôts coquilliers répandus sur les côtes de l'Océan et de la Méditerranée, dépôts qui ont été désignés sous le nom de quaternaires en Sardaigne et à Majorque.

5° La plupart des minéraux que l'on recueille sur les pentes du Vésuve, et que l'on suppose généralement avoir été rejetés par ce volcan, appartiennent au tuf ponceux; ces minéraux sont disséminés dans les cavités de blocs de calcaire saccharoïde, ou de roches micacées d'apparence primitive qui forment de véritables galets au milieu de ce terrain. La surface de quelques-uns de ces blocs est couverte de serpules; circonstance qui atteste qu'ils ont séjourné un certain temps dans la mer avant de faire partie du tuf ponceux. Du reste, ces blocs ne se trouvent pas exclusivement au Vésuve; nous en avons recueilli dans le tuf du Pausilippe, et

il paraît en exister également dans le tuf des îles Ponces (1).

6° Les collines des Champs-Phlégréens sont composées de couches de tuf ponceux ; mais au centre de quelques-unes (Camaldoli, Astroni, la Solfatar) il existe des mamelons de trachyte, autour desquels les couches de tuf sont ordonnées. D'après la position relative du tuf ponceux et du trachyte dans ces collines, il paraît certain que cette dernière roche est plus moderne que la première, et que le relief des Champs-Phlégréens est dû à son arrivée au jour.

7° Le mont Epoméo, dans l'île d'Ischia, doit également son élévation au trachyte de la seconde période.

Du Vésuve.

8° Le groupe du Vésuve se compose de deux massifs distincts, la Somma et le Vésuve. Ces deux parties ont été produites par des causes d'un ordre différent. La Somma forme, autour du Vésuve, une ceinture d'escarpements abruptes, dont les nappes se relèvent de tous côtés vers le centre ; elle est le résultat d'un soulèvement général qui a élevé circulairement ses nappes d'abord horizontales.

Le Vésuve est le produit d'éruptions et de soulèvements partiels. La position du cône du Vésuve, au centre du cratère de soulèvement de la Somma, pourrait faire présumer qu'il existe une connexion intime entre ces deux montagnes ; mais elles appartiennent à des périodes séparées l'une de l'autre

(1) L'école des mines possède un bloc de cette nature, donné par M. Dolomieu, comme recueilli aux îles Ponces.

par plusieurs grands phénomènes qui se sont succédé dans l'ordre suivant :

a. Epanchement des laves de la Somma en nappes horizontales ;

b. Dépôt sous-marin des couches de tuf ponceux également en couches horizontales ;

c. Soulèvement de la Somma à l'époque de la formation des Champs-Phlégréens ;

d. Formation du cône du Vésuve dans l'année 79.

9° La différence qui existe entre la nature et l'état cristallin des roches de la Somma et du Vésuve, confirme les conclusions qui résultent de l'étude de leur position relative. Les nappes de la Somma sont composées principalement d'amphigène et de pyroxène noir (augite), tandis que celles du Vésuve le sont presque exclusivement d'une substance hyaline blanche contenant beaucoup de soude et de pyroxène vert (diopside).

10° Les laves du Vésuve forment toujours des coulées étroites et peu épaisses, dont la texture est en rapport avec la pente du sol sur lequel elles se solidifient. Elles sont bulleuses et scoriacées lorsqu'elles se refroidissent sur une surface présentant un angle supérieur à deux degrés, et elles conservent alors constamment les traces du mouvement ; elles sont au contraire cristallines et compactes lorsque, s'étant accumulées avec une certaine épaisseur sur un terrain presque horizontal, elles se sont refroidies lentement.

Mouvement oscillatoire du sol de la Campanie.

11° Le sol des environs de Naples a éprouvé des abaissements et des élévations successifs ; le temple de Sérapis est un exemple célèbre de ces

oscillations. La côte de Pouzzols fournit aussi de nombreuses preuves de ces mouvements oscillatoires; on y voit, sur une grande partie de sa longueur, des constructions romaines recouvertes d'une falaise de 20 à 22 pieds de couches de sédiment.

Ensevelissement de Pompeï et d'Herculanum.

12° La destruction de ces deux villes ne paraît pas due exclusivement à une pluie de cendres; la masse terreuse qui les recouvre est composée en grande partie des mêmes éléments que le tuf ponceux qui forme les pentes de la Somma: on trouve dans ces masses terreuses, outre les pierres ponceuses, les mêmes blocs de roches d'apparence primitive, qui contiennent les minéraux, dits du Vésuve. Il est donc probable que l'éruption de 79, qui a rejeté une prodigieuse quantité de cendres, a en outre produit l'éboulement d'une partie des contreforts de la Somma, et qu'il en est résulté des alluvions considérables, sous lesquelles les deux villes d'Herculanum et de Pompeï ont été ensevelies.

L'érection du Vésuve date très-probablement de cette époque; aucune tradition et aucun monument historique, antérieurs à cette célèbre catastrophe, n'en rappelant le souvenir.

ANALYSES

De substances minérales.

(Travaux de 1836.)

1. *Sur la valeur absolue des espèces DE BOIS les plus employées comme combustible; par MM. PETERSEN et SCHÖDLER (An. der Pharm., t. XVII, p. 139.) (J. de Pharm. t. 22, p. 352.)*

Les expériences exactes et circonstanciées de MM. Gay-Lussac et Thenard ont prouvé que la fibre ligneuse pure, c'est-à-dire le squelette du bois, complètement débarrassé des parties solubles dans les acides, les alcalis, l'alcool et l'eau, a la même composition dans toutes les espèces de bois. Ce résultat, d'un intérêt purement scientifique, ne donne dans la pratique aucune base fixe pour l'estimation de la valeur du combustible; car ce n'est pas de la fibre ligneuse pure que nous brûlons, mais bien du bois pénétré de toutes les combinaisons, que détermine la nature de l'arbre dont il provient. Mais ces matières peuvent, comme la résine ou les substances huileuses, augmenter la combustibilité, et certaines autres peuvent la diminuer. Ce sont ces considérations qui ont fait entreprendre les analyses suivantes: MM. Schödler et Petersen se sont livrés à ce travail long et pénible avec une rare persévérance, dans le laboratoire de M. Liébig et sous les yeux de cet illustre chimiste. Chaque espèce de bois, dans l'état où elle vient de la forêt, a été, avant

sa combustion avec l'oxide de cuivre, transformée en la poudre la plus fine, puis placée dans un appareil de dessiccation entouré d'eau bouillante, elle a été chauffée dans un courant d'air sec, jusqu'à ce que la poudre ne perdit plus de son poids : ensuite elle a été pesée avec la précaution convenable, pour qu'elle ne pût attirer aucune humidité. Le mélange avec l'oxide de cuivre a été opéré dans un mortier de porcelaine chaud, et après avoir été porté dans le tube à combustion il a été débarrassé de toute eau hygroscopique dans le vide avec le concours d'une chaleur modérée. Par la combustion, on a obtenu de l'acide carbonique et de l'eau qui ont servi à calculer le carbone et l'hydrogène. Toutes les espèces de bois ont laissé après la combustion complète une certaine quantité, bien que proportionnellement très-petite, de cendres dans lesquelles se trouvent des carbonates. Chaque analyse offre donc une petite erreur dans la proportion du carbone, erreur qui ne dépasse pas au plus 0,2 p. 100. C'est moins que les erreurs d'observation les plus ordinaires, et comme l'on peut avec assez de certitude égaliser cette perte dans toutes les espèces de bois analysées, les conclusions que l'on peut tirer des résultats n'en souffrent pas le moindre changement. Il faut encore remarquer que toutes les espèces de bois étaient prises du tronc.

Analyses.

ESPÈCE DE BOIS.	Quantité de la substance brûlée.	Acide carbonique.	Eau.	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.
1. <i>Quercus Robur.</i>	0,353	0,629	0,190	49,270	5,974	44,756
Chêne.	0,371	0,665	0,206	49,595	6,163	44,242
Moyenne des deux :	0,360	0,628	0,203	49,432	6,069	44,499
2. <i>Fagus sylvatica.</i>	0,360	0,628	0,203	48,235	6,258	45,507
a) Hêtre rouge.	0,409	0,712	0,232	48,134	6,296	45,575
Moyenne :	0,287	0,503	0,164	48,184	6,277	45,539
3. <i>Fagus sylvatica.</i>	0,287	0,503	0,164	48,461	6,271	45,268
b) Hêtre blanc.	0,256	0,450	0,146	48,605	6,330	45,065
Moyenne :	0,316	0,556	0,180	48,652	6,325	45,023
4. <i>Betula alba.</i>	0,316	0,556	0,180	48,552	6,424	45,024
Bouleau.	0,257	0,446	0,147	48,602	6,375	45,026
Moyenne :	0,262	0,457	0,145	49,169	6,262	44,569
5. <i>Betula alnus.</i>	0,262	0,457	0,145	49,223	6,172	44,605
Aune.	0,232	0,413	0,129	49,196	6,217	44,587
Moyenne :	0,270	0,492	0,156	50,389	6,413	43,198
6. <i>Pinus Larix.</i>	0,270	0,492	0,156	49,804	6,206	43,970
Mélèze.	0,313	0,564	0,175	50,106	6,310	43,584
Moyenne :	0,256	0,462	0,149	49,901	6,460	43,639
7. <i>Pinus Abies.</i>	0,256	0,462	0,149	49,992	6,354	43,654
Sapin blanc.	0,276	0,499	0,158	49,946	6,407	43,647
Moyenne :	0,254	0,457	0,146	49,750	6,380	43,870
8. <i>Pinus Picea.</i>	0,254	0,457	0,146	49,433	6,388	44,179
	0,278	0,497	0,160	49,591	6,384	44,025
Moyenne :	0,261	0,471	0,146	49,898	6,209	43,893
9. <i>Pinus sylvestris.</i>	0,261	0,471	0,146	49,976	6,290	43,734
	0,270	0,488	0,153	49,937	6,250	43,813
Moyenne :	0,257	0,460	0,135	49,492	5,830	44,678
10. <i>Prunus domestica.</i>	0,257	0,460	0,135	49,130	6,090	44,772
Prunier.	0,233	0,414	0,128	49,311	5,964	44,725
Moyenne :	0,368	0,650	0,208	48,840	6,250	44,910
11. <i>Prunus Cerasus.</i>	0,368	0,650	0,208	48,809	6,301	44,890
Cérisier.	0,229	0,405	0,130	48,824	6,276	44,900
Moyenne :	0,244	0,430	0,139	48,729	6,323	44,948
12. <i>Pyrus Malus.</i>	0,244	0,430	0,139	49,075	6,211	44,714
Pommier.	0,302	0,536	0,169	48,902	6,267	44,831
Moyenne :						

ESPÈCE DE BOIS.	Quantité de la substance brûlée.	Acide carbonique.	Eau.	Carbone.	Hydrogène.	Oxygène.
13. <i>Pyrus communis</i> . Poirier.	0,278 0,334	0,498 0,595	0,160 0,190	49,533 49,258	6,388 6,314	44,079 44,428
		Moyenne :		49,395	6,351	44,254
14. <i>Diospyros Ebenum</i> . Bois d'ébène.	0,256 0,186	0,460 0,336	0,123 0,090	49,727 49,950	5,333 5,370	44,950 44,679
		Moyenne :		49,838	5,352	44,810
15. <i>Buxus sempervirens</i> . Buis.	0,253 0,266	0,452 0,471	0,147 0,158	49,400 49,337	6,449 6,593	44,151 44,070
		Moyenne :		49,368	6,521	44,111
16. <i>Ulmus suberosa</i> .	0,262 0,236	0,494 0,428	0,149 0,139	50,227 50,146	6,312 6,537	43,461 43,317
		Moyenne :		50,186	6,425	43,389
17. <i>Populus nigra</i> . Peuplier.	0,272 0,242	0,491 0,433	0,132 0,149	49,925 49,472	6,203 6,421	43,972 44,105
		Moyenne :		49,699	6,312	43,980
18. <i>Fraxinus excelsior</i> . Frêne.	0,303 0,214	0,538 0,384	0,166 0,117	49,096 49,616	6,081 6,068	44,823 44,316
		Moyenne :		49,356	6,075	44,569
19. <i>Juglans regia</i> . Noyer.	0,308 0,281	0,545 0,501	0,180 0,162	48,927 49,299	6,487 6,399	44,586 44,302
		Moyenne :		49,113	6,443	44,444
20. <i>Robinia Pseudacacia</i> . Acacia.	0,315 0,336	0,552 0,592	0,176 0,192	48,455 48,883	6,201 6,342	45,344 44,775
		Moyenne :		48,669	6,272	45,059
21. <i>Tilia europæa</i> . Tilleul.	0,247 0,323	0,443 0,575	0,159 0,199	49,592 49,224	6,882 6,839	43,526 43,937
		Moyenne :		49,408	6,861	43,731
22. <i>Æsculus Hippocastanum</i> . Marronnier d'Inde.	0,254 0,310	0,451 0,550	0,154 0,187	49,096 49,058	6,729 6,699	44,175 45,268
		Moyenne :		49,077	6,714	44,209
23. <i>Salix fragilis</i> . Saule.	0,259 0,300	0,457 0,530	0,150 0,170	48,828 48,850	6,429 6,290	44,743 44,860
		Moyenne :		48,839	6,360	44,801
24. <i>Acer campestre</i> . Erable.	0,253 0,290	0,455 0,518	0,143 0,166	49,217 49,390	6,273 6,340	44,510 44,270
		Moyenne :		49,803	6,307	43,890

ESPÈCE DE BOIS.	100 parties exigent, pour leur combustion complète, en oxygène.	Soustraction de la quantité d'oxygène déjà contenue dans chaque bois.	Quantité d'oxygène que 100 parties de chaque espèce de bois doivent encore absorber pour leur combustion complète.
1. <i>Tilia europæa</i> . Tilleul.	184,254	43,731	140,523
2. <i>Ulmus Suber</i> . Orme.	182,797	43,389	139,408
3. <i>Pinus Abies</i> .	182,024	43,647	138,377
4. <i>Pinus Larix</i> .	181,666	43,584	138,082
5. <i>Æsculus Hippocastanum</i> .	182,211	44,209	138,002
6. <i>Buxus sempervir.</i>	181,426	44,111	137,315
7. <i>Acer campestre</i>	180,850	43,890	136,960
8. <i>Pinus sylvestris</i> .	180,744	43,813	136,931
9. <i>Pinus Picea</i> .	180,911	44,025	136,886
10. <i>Populus nigra</i> .	180,617	43,989	136,628
11. <i>Lyrus commun.</i>	180,135	44,254	135,881
12. <i>Juglans regia</i> .	180,234	44,444	135,690
13. <i>Betula Alnus</i> .	178,540	44,587	133,953
14. <i>Salix fragilis</i> .	178,752	44,801	133,951
15. <i>Quercus Robur</i> .	177,971	44,409	133,472
16. <i>Pyrus Malus</i> .	178,171	44,831	133,340
17. <i>Fraxinus excels.</i>	177,820	44,569	133,251
18. <i>Betula alba</i> .	178,252	45,023	133,229
19. <i>Prunus Cerasus</i> .	178,039	44,900	133,139
20. <i>Robinia Pseudacacia</i> .	177,602	45,059	132,543
21. <i>Fagus sylvatica</i> . Hêtre blanc	177,478	45,166	132,312
22. <i>Prunus domestica</i> . Prunier.	176,813	44,725	132,088
23. <i>Fagus sylvatica</i> . Hêtre rouge.	176,373	45,539	130,834
24. <i>Diospyros Ebenum</i> . Bois d'ébène.	173,288	44,810	128,478

La première table n'a pas besoin d'explication ; dans la seconde on a calculé les quantités d'oxygène, que 100 parties de chacune de ces espèces de bois absorbent à l'air, pour brûler complètement. Ces quantités d'oxygène expriment la va-

leur combustible relative du bois, car les quantités de chaleur développées par la combustion sont proportionnelles à ces quantités d'oxygène.

A l'inspection de la seconde table, on trouvera de prime abord étonnant que les bois ne se suivent pas dans le rang que leur prix, ou la valeur qu'ils ont dans la vie commune, semble leur assigner. En général, on trouve assez d'égalité dans la proportion du carbone; la principale différence réside dans celle de l'hydrogène. Or, si l'on réfléchit que 100 parties d'hydrogène exigent pour brûler complètement 800 parties d'oxygène, tandis que 100 parties de carbone n'en demandent que 262, on s'expliquera pourquoi le bois de tilleul, qui contient le plus d'hydrogène, doit développer plus de chaleur dans sa combustion que le bois de hêtre, qui en renferme une bien plus faible proportion.

Il résulte encore de là, que la valeur que possèdent ces bois dans la vie commune est assez indépendante de leur valeur combustible absolue, et qu'elle doit être déterminée par d'autres circonstances.

En effet, nous avons besoin pour nos chauffages ordinaires, dans les cuisines et dans les poêles de fonte, d'un bois qui donne, moins une chaleur forte et intense, qu'une chaleur modérée, mais durable; et sous ce rapport on placera les espèces de bois riches en hydrogène bien après les autres, qui le sont proportionnellement moins. Le bois de tilleul, les différentes espèces de sapins et de pins sont riches en hydrogène: c'est principalement ce corps qui, avec une certaine portion du carbone, fournit le gaz qui forme la flamme du bois. Ces bois sont ceux qui donnent une chaleur

prompte et intense avec une flamme vive, et qui laissent un charbon peu abondant et léger. De la quantité d'hydrogène contenue dans le bois dépend le charbon restant après la combustion; car cet hydrogène forme avec le carbone du gaz hydrogène carboné, et nécessairement enlève du charbon; c'est le contraire avec le bois de hêtre; il donne par la combustion une flamme courte, proportionnellement bien moins vive, et c'est au charbon restant qui s'éteint lentement que l'on attache la plus grande valeur. Le bois de chêne tient, sous le rapport de ces propriétés et aussi de sa valeur, le milieu entre ces deux espèces de bois.

Si nous pouvions établir nos foyers, suivant chaque bois en particulier, la valeur dans la vie commune pour un poids égal de bois, serait exactement exprimée par sa place dans la seconde table; mais il n'en est pas ainsi: voici un exemple où cette valeur s'égalise. Dans tout le nord, on emploie principalement comme combustible le bois de sapin et de pin, mais dans ces pays on ne le brûle pas dans des poêles de fonte, mais dans des poêles en argile ou en maçonnerie, où la chaleur prompte et intense qu'il donne est tout de suite absorbée et conservée par les poêles qui ne la communiquent que peu à peu: ici les appareils de chauffage sont évidemment construits d'après le combustible, et pour atteindre le même but, on préférera le bois de pin et de sapin au poids égal de bois de hêtre.

Quant à la quantité de charbon que l'on peut obtenir par la carbonisation des différentes espèces de bois, elle doit être dans un rapport inverse de la proportion d'hydrogène du bois; plus celui-

ci contient d'hydrogène, plus il y aura de charbon enlevé et volatilisé à l'état de gaz par l'hydrogène. La pratique présente le plus parfait accord avec cette vue théorique.

Ce qui a été dit précédemment s'applique à des poids égaux des espèces de bois examinées; mais on n'achète pas le bois au poids (1), mais à la mesure, et sous ce rapport il en résulte naturellement une différence dans le prix suivant la pesanteur spécifique des espèces de bois. Voici, d'après les recherches faites par Bull en Amérique, le poids d'un mètre cube des espèces de bois suivantes :

	Poids d'un mètre cube en kilogrammes.
Chêne.	479
Chêne d'Amérique.	431
Hêtre.	484
Bouleau.	299
Pin.	250
Peuplier.	221

Il en résulte naturellement que, dans un égal volume de bois de hêtre ou de chêne, on a beaucoup plus de matière productrice de chaleur qu'avec le bois de pin ou de peuplier.

Le bois tendre et léger offre à l'oxygène une surface beaucoup plus grande; car il brûle plus promptement et plus complètement que le bois dur et compacte. Ce dernier ne fait que distiller dans son intérieur; et lorsque les gaz qu'il développe sont brûlés, on a un résidu de charbon 19—25 fois plus considérable qu'avec le bois lé-

(1) Depuis quelques années l'usage de la vente du bois au poids s'est, comme on le sait, introduit en France.

(Note du traducteur.)

ger. Les expériences de Pécelet ont fait voir avec certitude que le calorique rayonnant des gaz en ignition, c'est-à-dire de la flamme, est infiniment plus faible que celui du charbon rouge: or, il en résulte que la proportion de calorique rayonnant doit être très-différente dans la combustion des bois: plus le bois est dur et compacte, et moins il contient d'hydrogène, plus est considérable la quantité du calorique rayonnant qu'il fournit; les bois les plus tendres sont ceux qui donnent le moins de calorique rayonnant.

On doit exclure les bois tendres et riches en hydrogène de tous les chauffages qui demandent surtout le calorique rayonnant. Pour chauffer les chaudières, où le calorique rayonnant agit directement sur la surface à échauffer, dans les cheminées, dans les poêles en fonte on doit préférer le bois dur; mais s'agit-il de produire une température élevée à une certaine distance du foyer, ainsi dans les fourneaux en maçonnerie, dans les fabriques de porcelaine, dans les verreries, c'est précisément le bois qui donne le plus de charbon, qui a le moins de valeur; car le foyer se surcharge de charbons, sans produire l'effet de la flamme qui s'étend de tous côtés (1).

(1) Nous rappelons, à l'occasion de ce travail, le mémoire de M. Berthier, inséré dans le numéro de juillet 1835 des Annales de chimie et de physique, et qui a pour titre: *Examen de quelques combustibles*. Notre compatriote y indique un mode d'estimation des combustibles différent de celui dont se sont servis les deux chimistes allemands; partant aussi de l'hypothèse très-probable que les quantités de chaleur-émise pendant la combustion sont proportionnelles aux quantités d'oxygène absorbé, il évalue ces quantités d'oxygène par les poids de plomb que donnent

2. *Analyse du BOIS TORRÉFIÉ employé dans l'usine à fer de Vasserhalfingen (royaume de Wurtemberg)*; par M. P. Berthier.

Ce bois est celui qui a été employé dans l'été de 1836 pour les essais qui ont été exécutés dans les hauts-fourneaux de Vasserhalfingen. C'est du sapin découpé en buchettes de 1 à 2 ponces d'équarrissage, et qui a été amené par dessiccation à la flamme du haut-fourneau au point d'avoir une couleur marron clair jusqu'à son centre. Il donne par calcination 0,18 de charbon, et il produit 14,8 de plomb avec la litharge; il équivaut par conséquent à 0,435 de carbone.

3. *Analyse d'une TOURBE des environs de Freyberg*; par M. Lampadius. (J. für chem, t. 8, p. 459.)

Il existe à Kleinschirma, village éloigné de trois quarts de lieue de Freyberg et presque à la surface du sol, un dépôt tourbeux peu étendu, mais qui offre quelque intérêt, parce que la tourbe que l'on en extrait a été employée avec un grand succès pour le traitement de certaines affections gouteuses. Cette tourbe est brune, à demi fluide, et elle exhale une odeur d'humus qui lui est particulière. Dans quelques endroits ce n'est qu'un mélange de débris végétaux à demi transformés

les différents combustibles quand on les brûle au moyen de la litharge. Il applique ensuite ce procédé à l'examen de plusieurs espèces de houille, de lignite, de tourbe, de charbon de bois et de bois. (Note du traducteur.)

en tourbe, tels que des racines, des écorces, des noix de coudrier, des champignons; dans d'autres, on y trouve en outre quelques parties ligneuses, et des traces d'une résine blanche et pulvérulente. L'analyse que j'en ai faite m'a donné :

Fibres menues de couleur brune	0,0432
Crénates, apocrénates et ulmates d'alumine, de chaux, de magnésie, de fer et de manganèse	0,0602
Humus non acide	0,0201
Terres solubles dans l'acide muriatique	0,0123
Crénate de chaux et matières solubles dans l'eau chaude	0,0133
Eau d'hydratation	0,2050
Sable micacé mélangé	0,0212
Eau de mouillage	0,6201
	<hr/>
	0,9954

Pour préparer avec cette tourbe les bains que l'on destine aux malades, on la passe à travers un tamis métallique suspendu dans de l'eau que l'on fait chauffer, et l'on verse dans les baignoires une certaine quantité du liquide brunâtre et trouble qui en résulte. Les substances actives sont non-seulement les substances solubles, mais aussi les parties brunes tenues en suspension, et auxquelles on a reconnu la propriété de stimuler la peau. Si l'on désirait augmenter la proportion des parties solubles dans l'eau, il suffirait d'y ajouter une très-petite quantité de potasse ou de soude, afin d'augmenter proportionnellement la quantité de crénate et d'ulmate alcalin.

Il paraît que dans les tourbes analogues à celle dont il est ici question, on rencontre deux espèces d'humus, l'un de nature végétale qui produit l'acide humique, et l'autre de nature animale qui donne naissance à l'acide crénique.

4. *Analyse de plusieurs variétés de TOURBES du département de la Somme; par M. P. Berthier.*

1° *Tourbes de Rue*, près le Crotoy, à l'embouchure de la Somme. Elles sont compactes, d'un brun café au lait; elles viennent l'une et l'autre de la même tourbière; mais la première a été exploitée au Louchet, et la seconde, extraite à l'état de boue, a été moulée. Elles ont donné à l'analyse :

	La première.	La seconde.
Charbon.	0,210.	0,205
Cendres.	0,070.	0,103
Matières volatiles.	0,720.	0,692

Elles sont donc à peu près identiques. D'après le poids du plomb qu'elles produisent avec la litharge, on trouve qu'elles équivalent à 0,33 ou 0,34 de carbone. Par dessiccation à la chaleur de 100° elles perdent 0,16 de leur poids.

Les cendres se composent d'environ 0,75 d'argile, et 0,25 de chaux.

2° *Tourbes des environs d'Abbeville.* Elles sont herbacées, très-compactes, dures et pesantes, et d'un brun foncé presque noir; elles paraissent être arrivées au dernier terme d'altération; elles ne font aucune effervescence avec les acides, quoiqu'elles contiennent beaucoup de chaux, parce que cette terre y est en totalité à l'état d'ulmate.

On en a examiné deux variétés provenant, la première de Long, et la seconde de Mareuil; et pour chacune on a comparé la tourbe exploitée

au Louchet à la tourbe moulée. Elles ont donné à l'analyse :

	LE LONG.		MAREUIL.	
	au Louchet.	Moulée.	au Louchet.	Moulée.
Charbon.	0,230	0,182	0,244	0,195
Cendres.	0,048	0,242	0,036	0,135
Matières volatiles.	0,722	0,576	0,720	0,670
Carbone équivalent.	0,370	0,253	0,400	0,300

Les cendres des tourbes exploitées au Louchet contiennent quatre parties de chaux pour une partie d'argile, tandis que les cendres des tourbes moulées renferment environ quatre parties d'argile pour une partie de chaux; ce qui provient évidemment de ce que les tourbes qui sont extraites à l'état de boue pour être moulées ensuite, se mélangent accidentellement avec une assez grande quantité d'argile.

Les tourbes de Rue, de Long et de Mareuil, exploitées au Louchet, doivent être considérées comme d'excellente qualité, surtout la dernière. On se propose d'essayer de les employer pour fondre des minerais de fer au haut-fourneau. Elles paraissent être éminemment propres à cet usage, et tout porte à croire que les essais auront un plein succès. S'il en était autrement, il faudrait en conclure que ce genre de combustible n'est pas applicable à la fusion des minerais de fer. Comme les cendres des tourbes de la Somme sont presque uniquement calcaires, elles ne seront aucunement nuisibles, et elles permettront au contraire de diminuer notablement la proportion de castine que l'on est toujours obligé d'employer comme fondant.

5. *Sur le BITUME DE BECHELBRUN*; par M. Bousingault. (Institut, n^o 176.)

Ce bitume est visqueux et d'un brun très-foncé; il est un peu soluble dans l'alcool et très-soluble dans l'éther. Chauffé à 100° il ne s'en dégage rien, ce qui prouve qu'il ne contient pas de naphte. Lorsqu'on le distille avec de l'eau il se sépare en deux substances, l'une, qui se vaporise, et que je nomme *pétrolène*; et l'autre, qui reste dans la cornue à l'état solide, et que je désigne sous le nom d'*asphaltène*.

Le *pétrolène* est huileux, d'un jaune pâle, sans saveur, mais doué d'une odeur qui rappelle celle du bitume, tachant le papier. Sa densité est de 0,891; il est encore liquide à 12°, et il bout à 280°. Il est un peu soluble dans l'alcool, et très-soluble dans l'éther; il brûle en répandant une fumée épaisse. La densité de sa vapeur est de 9,415, et il est composé de

Carbone.	0,885.	80 ^{at}
Hydrogène.	0,115.	64

et par conséquent isomère avec les huiles essentielles de térébenthine, de citron et de copahu.

L'*asphaltène* est noir, brillant, à cassure conchoïde, plus lourd que l'eau. A 300° il devient mou, et il commence à se décomposer avant de se fondre; il est insoluble dans l'alcool, mais il se dissout dans l'éther, les huiles grasses et l'essence de térébenthine. Il brûle à la manière des résines en laissant beaucoup de charbon. Il est composé de

Carbone.	0,753.	80 ^{at}
Hydrogène.	0,099.	64
Oxygène.	0,148.	6

ce qui montre qu'il peut être considéré comme un oxide de pétrolène.

Le bitume brut renferme:

Carbone.	0,870
Hydrogène.	0,112
Oxygène.	0,018

L'asphalte de Coxicambo est très-éclatant, à cassure conchoïde. Sa densité est de 1,68; il se dissout dans le pétrolène et les huiles grasses, mais beaucoup plus difficilement que l'asphaltène obtenu artificiellement. Il se décompose avant de se fondre, et laisse 0,016 de cendres en brûlant.

Sa composition est exactement la même que celle de l'asphaltène.

6. *Sur l'ozokérite*; par M. Schrotter. (Biblioth. universelle, t. 3, p. 185.)

On trouve cette substance en Moldavie, près de Slanik, district de Packan, au-dessous du grès, et dans le voisinage de la houille et du sel gemme; il y en a aussi auprès de Gresten, non loin de Gaming en Autriche, dans le grès de Vienne. Elle est en masses amorphes, à cassure conchoïde; elle a l'éclat gras et nacré; elle est d'un vert poireau par réflexion, et d'un rouge-brun par réflexion. Son odeur est agréable et semblable à celle du pétrole; elle ressemble à la cire, et se laisse pétrir comme celle-ci. Sa pesanteur spécifique est de 0,953; elle entre en ébullition à 210° c., et elle donne à la distillation une huile jaunâtre, qui se condense en une matière d'un

brun sale, et douée d'une odeur désagréable; qui a quelque analogie avec celle du goudron de bois. Elle laisse 0,0566 de charbon dans la cornue. Elle brûle avec une flamme très-brillante. Sa composition est exactement la même que celle du gaz oléfiant.

7. *Sur l'ozokérite de la montagne de Zietrisika en Moravie; par M. Malagutti. (Ann. de Ch.; t. 63, p. 390.)*

Cette substance a une structure foliacée, et une cassure conchoïdale à éclat nacré; en couches épaisses, elle est translucide, et présente un fond rouge-brun à reflets verdâtres, avec des taches jaunes; en couches minces elle a une couleur brune ou brun jaune. Sa consistance est un peu plus grande que celle de la cire; elle a une légère odeur de pétrole; elle s'électrise positivement par le frottement; elle brûle avec flamme et très-peu de fumée; elle est très-peu soluble dans l'alcool et dans l'éther bouillant, mais elle est au contraire très-soluble dans le naphte, les huiles grasses et l'essence de térébenthine. Elle est d'une indifférence complète à l'action des alcalis et du chlore liquide; mais le chlore gazeux et sec la ramollit, et la fait devenir complètement soluble dans l'éther froid. L'acide nitrique l'attaque faiblement. L'acide sulfurique l'attaque à chaud avec dégagement d'acide sulfureux; la matière se charbonne, et il se forme une matière que l'éther bouillant dissout, et qui se sépare de la liqueur par refroidissement sous forme de flocons blancs.

La densité de la cire de Zietrisika est de 0,946 à $+20^{\circ}$, 5; son point de fusion est vers $+84^{\circ}$, et son point d'ébullition vers $+300^{\circ}$. La cire fossile, examinée par M. Magnus, a à peu près les mêmes propriétés; mais celle que M. Schrotter a étudiée en diffère, car sa densité est de 0,953, son point de fusion est à 62° , et son point d'ébullition à 200° , et de plus elle est soluble dans l'éther.

La cire fossile est difficile à brûler par l'oxide de cuivre. J'ai cependant réussi à en faire une analyse exacte en me servant d'un tube de verre de 20 pouces, dont le tiers environ était rempli de poussière de planures de cuivre grillées, mêlées avec des fragments de cire fossile, dont la quantité ne dépassait jamais 3 décigr. Le reste du tube contenait un mélange à parties égales de planures de cuivre grillées et d'oxide de cuivre provenant de la calcination du nitrate. Enfin, j'ai fait marcher si lentement la combustion, que chaque analyse a duré environ deux heures et demie.

Le résultat a été :

Hydrogène.	0,1395
Carbone.	0,8607
	1,0002

Résultat presque identique avec ceux que MM. Magnus et Schrotter ont trouvés.

En traitant l'ozokérite un grand nombre de fois par de l'alcool bouillant, elle devient beaucoup plus ferme, et elle perd son odeur, mais sa composition élémentaire ne change pas notablement. En se refroidissant, les dissolutions alcooliques laissent déposer une matière floconneuse blanche, qui est jaune quand elle a été

fondue, et dont le point d'ébullition ne devient constant que dans les derniers traitements. Il résulte de là que la cire fossile est un mélange en proportions variables de différentes substances.

J'ai distillé de l'ozokérite en la chauffant à la flamme de l'alcool dans des tubes courbes, de manière à la maintenir dans un état d'ébullition tranquille, et j'en ai obtenu :

Fluides élastiques.	0,1034
Matière huileuse.	0,7401
Matière solide cristalline.	0,1255
Résidu charbonneux.	0,0310
	1,0000

En pressant entre des feuilles de papier brouillard l'huile figée, et lavant le papier avec de l'éther, on en sépare la matière cristalline.

L'huile d'ozokérite est rouge-brun par transparence, vert poireau par réflexion, fétide; elle brûle avec flamme fuligineuse. Exposée à une température de $+ 8^{\circ}$ à $+ 12^{\circ}$, elle se fige en une masse traversée par une multitude de lamelles de paraffine; un peu d'acide sulfurique la décolore. Elle a une grande analogie avec l'huile que donnent les schistes bitumineux, et elle se compose de plusieurs substances pyrogénées, et spécialement de paraffine.

La matière cristalline produite par la distillation de l'ozokérite, et que je nomme *cire pure*, est d'un blanc sale, d'un aspect nacré, grasse au toucher, fusible à 75 ou 77° , et distillable à 300 . En traitant le produit de la distillation par l'éther, distillant de nouveau, et répétant ce traitement un certain nombre de fois,

on obtient de la *cire pure d'ozokérite*, qui est blanche, translucide, inodore, insipide, qui se fond à $+ 56$ ou $+ 57^{\circ}$, et qui bout à 300° . Sa densité est de $0,904$; elle est très-soluble dans l'éther bouillant, et peu soluble dans l'éther froid. Elle a exactement la même composition que le gaz oléfiant, la paraffine, etc. Je crois cependant que c'est un corps particulier et différent de la paraffine.

La cire fossile est intéressante pour les chimistes, en ce qu'elle est une source abondante de paraffine.

8. *Analyse d'un LIGNITE de la baie de Baffin;*
par M. P. Berthier.

Ce combustible a été recueilli par le capitaine d'un navire baleinier de Dunkerque. Il se trouve à la surface du sol, mais il est évidemment stratifié, et il paraît qu'il est environné de roches volcaniques et très-feldspathiques. Il est léger, feuilleté, à cassure transversale unie; il s'embrase aisément, et il brûle avec flamme sans répandre de mauvaise odeur; il ne change pas de forme par la calcination. Il donne à l'analyse :

Charbon.	0,588
Cendres.	0,052
Matières liquides.	0,293
Matières gazeuses.	0,067
	1,000

Les cendres se composent d'argile mêlée d'une

petite quantité de chaux, et ne contiennent qu'une trace d'acide sulfurique.

L'ammoniaque lui fait perdre les 0,067 de son poids en se colorant en brun.

Il produit 22,8 de plomb avec la litharge, d'où il suit qu'il équivaut à 0,67 de carbone, et les matières volatiles à 0,082 seulement.

9. *Analyse de la HOUILLE de Fuymoreau (Vendée)*; par M. P. Berthier,

Cette houille provient du bassin de Vouvant, arrondissement de Fontenay. Elle est d'un noir assez brillant et dure; elle brûle avec une flamme courte; par calcination elle produit un coke compacte, boursoufflé et assez brillant. Elle donne à l'analyse :

Charbon.	0,651	} coke 0,725
Cendres.	0,074	
Matières liquides. .	0,202	
Matières gazeuses. .	0,073	
	<hr/>	
	1,000	

Les cendres n'ont qu'une teinte briquetée très-pâle, et ne sont par conséquent que peu ferrugineuses.

Essayée avec la litharge, cette houille fournit 28,25 de plomb, d'où il suit qu'elle équivaut à 0,83 de carbone.

Elle serait probablement très-propre à être employée en nature dans les hauts-fourneaux.

10. *Sur les MINÉRAUX SÉLÉNIÉS du Mexique*; par M. Del Rio. (Phar. mag., mars 1836.)

La *riolite* mercurielle que j'avais regardée comme composée de bisélénium de zinc et de sulfure de mercure, est du sélénium natif, mélangé de sulfosélénium de mercure, et de sélénium de cadmium et de fer.

La *herrerite* n'est pas, comme on l'avait cru, du carbonate de tellure, mais bien un mélange de carbonates de zinc, de nickel et de cobalt.

11. *Structure microscopique des MINÉRAUX PIERREUX ET TERREUX*; par M. Ehrenberg. (Mém. ency., 1837.)

Les minéraux possèdent des particules élémentaires comparables aux fibres et aux cellules des végétaux et des animaux; c'est ainsi que toutes les variétés de quartz, même celui qui est cristallisé, présentent, sous le microscope, une infinité de corpuscules globuleux de $\frac{1}{1200}$ de ligne de diamètre. Toutes les substances pyriteuses et le mica sont dans le même cas; le kaolin est composé de corpuscules aplatis de $\frac{1}{36}$ de ligne de diamètre, formés eux-mêmes de plusieurs couches concentriques. Le carbonate de chaux est formé de corpuscules ovales de $\frac{1}{180}$ et $\frac{1}{1800}$ de ligne. La craie de Russie et de Danemarck présente des corpuscules aplatis, très-petits, composés d'un petit nombre de couches concentriques.

12. *Sur les infusoires des TRIPOLIS*; par M. Ehrenberg. (Acad. des sc., 11 juillet 1836.)

J'ai trouvé que les roches d'apparence homogène, peu dures, friables, entièrement formées de silice, et que l'on connaît sous le nom de *tripolis* (polierschifer de Werner), sont entièrement composées de dépouilles ou plutôt de squelettes parfaitement reconnaissables d'animaux infusoires de la famille des *barcillariées*, et des genres *cocconema*, *gonphonema*, *synedra*, *gaellonella*, etc. Ces dépouilles, ayant parfaitement conservé les formes des coriatus siliceuses de ces infusoires, se voient avec la plus grande netteté au microscope, et peuvent facilement être comparées à des espèces vivantes. Dans beaucoup de cas il n'y a pas de différences appréciables; les espèces sont déterminées par la forme, et plus souvent encore par le nombre des cloisons ou lignes transversales qui les divisent. Les individus ont $\frac{1}{288}$ de ligne de longueur.

C'est dans les tripolis de Billen en Bohême, de Santafiora en Toscane, de l'île de France et de Francisbad, près d'Eger, que j'ai fait ces observations.

Le fer limoneux des marais est presque entièrement composé de *gaellonella ferruginea*. La plupart de ces espèces sont lacustres, mais il y en a aussi de marines, notamment dans le tripoli de l'île de France.

13. *Analyse de l'EAU MINÉRALE de Humburg, près Francfort-sur-le-Mein*; par M. Liebig. (Ann. der Phar., t. 18, p. 276.)

Cette eau laisse dégager du gaz acide carbonique en petites bulles lorsqu'elle arrive au jour, et elle produit un dépôt ocreux au contact de l'air. Sa densité est de 1,01153; elle a donné à l'analyse, faite sur 600 grammes :

Chlorure de sodium.	0,01030661
Chlorure de calcium.	0,00101029
Chlorure de magnésium.	0,00101457
Sulfate de soude.	0,00004967
Silice.	0,00004112
Carbonate de chaux.	0,00143106
Carbonate de magnésie.	0,00026219
Carbonate de fer.	0,00006020
Acide carbonique libre.	0,00281000
	0,01698571

14. *Analyse de l'EAU MINÉRALE de Saint-Allyre près Clermont, département du Puy-de-Dôme*; par M. J. Girardin. (Précis des travaux de l'académie de Rouen, 1836.)

Nicolas Lemery de Rouen est le premier qui ait entrepris l'analyse de ces eaux vers 1700. Ozy les a examinées en 1748, et il a conclu de ses essais qu'elles contiennent une substance ferrugineuse avec un sel fossile de la nature du sel marin, et une espèce de marne semblable à de la chaux, qui en fait la partie terreuse. En 1799, Vauquelin en a fait une analyse complète, et il y a trouvé sur 1 litre :

	grains.
Acide carbonique libre.	7,60
Carbonate de chaux.	20,50
Carbonate de magnésie.	6,66
Carbonate de soude.	13,38
Muriate de soude.	14,26
Oxide de fer.	0,50
Sulfate de soude et matière bitumineuse	traces
Total.	62,90

ou grammes
3,26.

Berzélius a examiné le dépôt qui constitue le pont naturel, et y a trouvé du carbonate de chaux, de la silice, de l'oxide de fer, et des phosphates d'alumine, de chaux et de magnésie.

Le sol sur lequel est bâtie la ville de Clermont est un tuf ou pépérite grossier, formé de fragments de basalte plus ou moins altéré, de petits cailloux siliceux, et d'une matière terreuse qui admet du carbonate de chaux dans sa composition. Ce tuf, quoique d'origine volcanique, a évidemment été déposé par les eaux, puisqu'il alterne en stratification régulière avec des argiles et des couches de tuf dont le grain est beaucoup plus fin, et quelquefois même avec des couches sableuses que l'on peut comparer aux pouzzolanes des volcans modernes. C'est à la jonction des couches calcaires et du tuf volcanique que les eaux de Saint-Allyre viennent au jour.

La source donne 24 litres d'eau par minute, 1.440 litres par heure ou 34.560 litres en 24 heures. Son volume ne varie pas. On a cru remarquer seulement qu'à l'approche des vents un peu forts, son écoulement est un peu plus rapide, et qu'avant les orages, elle laisse dégager beaucoup d'acide carbonique. Sa température est de 24° c., et ne change pas.

Au sortir de terre les eaux sont parfaitement limpides; elles ont une très-faible odeur bitumineuse, non désagréable, et une saveur aigrelette un peu atramentaire et bitumineuse; elles laissent dégager des bulles plus ou moins grosses de gaz acide carbonique. Peu de temps après leur exposition à l'air, elles se recouvrent d'une pellicule nacrée, d'un brun rougeâtre et très-mince, et bientôt après elles se troublent; elles laissent déposer dans les tuyaux en bois, qui les conduisent du réservoir dans les chambres d'incrustation, une poudre fine d'un jaune d'ocre, et au milieu de ce sédiment on voit presque toujours des filaments rougeâtres, qui imitent par leurs formes et leurs dimensions ces conferves qui flottent au milieu de l'eau des mares. Quand le temps est pluvieux, le sédiment a une couleur plus foncée, et paraît être plus chargé d'oxide de fer. La densité de l'eau minérale est de 1,00425. Les gaz qu'elle laisse dégager sont composés, en volume, de :

Acide carbonique.	0,6883
Azote.	0,2559
Oxygène.	0,0558

Son analyse complète m'a donné :

Gaz acide carbonique libre	0,0014070
Carbonate de chaux.	0,0016342
Carbonate de magnésie.	0,0003856
Carbonate de soude.	0,0004886
Carbonate de fer.	0,0001410
Sulfate de soude.	0,0002895
Chlorure de sodium.	0,0002519
Silice.	0,0003900
Matière organique non azotée.	0,0000130
Phosphate de magnésie.	} 0,0000462
Carbonate de potasse.	
Crénate et apocrénate de fer.	
	<hr/> 0,0050470

J'ai analysé un dépôt formé récemment par l'eau de Saint-Allyre, et que l'on peut appeler *travertin moderne*; il est friable et d'un jaune-brun clair, avec des zones d'une couleur ocreuse plus foncée. J'y ai trouvé :

Carbonate de chaux.	0,2440
Carbonate de magnésie.	0,2880
Carbonate de strontiane.	0,0020
Peroxyde de fer.	0,1840
Sulfate de chaux.	0,0820
Sous-phosphate d'alumine.	0,0612
Phosphate de manganésie.	0,0080
Crénate et apocrénate de fer.	0,0500
Matière organique non azotée.	0,0040
Silice.	0,0520
Eau.	0,0140
	0,9892

Un échantillon du *travertin ancien*, détaché de l'origine du pont naturel formé par les eaux sur le ruisseau de Tiretaine, m'a donné :

Carbonate de chaux.	0,40224
Carbonate de magnésie.	0,26860
Carbonate de strontiane.	0,00043
Peroxyde de fer.	0,06200
Sulfate de chaux.	0,05382
Sous-phosphate d'alumine.	0,04096
Phosphate de magnésie.	0,00400
Crénate et apocrénate de fer.	0,05000
Matière organique non azotée.	0,01200
Silice.	0,09780
Eau.	0,00800
	0,99985

Les eaux de Saint-Allyre, renfermées dans des bouteilles, laissent déposer au bout d'un certain temps une poudre ocreuse qui se compose essentiellement de crénate et d'apocrénate de fer. Pour

faire l'analyse de cette poudre, je l'ai traitée par une dissolution de potasse bouillante, j'ai saturé la liqueur filtrée par de l'acide acétique, et j'y ai ajouté de l'acétate de cuivre. Il s'y est fait un précipité brun d'apocrénate de cuivre. J'ai filtré, et après avoir saturé la dissolution avec du carbonate d'ammoniaque, j'y ai ajouté une nouvelle dose d'acétate de cuivre, en la maintenant pendant quelque temps à une température de 50 à 60°. Il s'y est fait un précipité brun verdâtre de crénate de cuivre. En faisant passer ensuite un courant d'hydrogène sulfuré dans de l'eau, tenant en suspension les deux sels de cuivre, j'ai obtenu les acides crénique et apocrénique à l'état de pureté.

Quant à la matière organique non azotée, on l'enlève aux travertins, en traitant ceux-ci par de l'alcool à chaud qui la dissout.

Tout le monde sait que l'on prépare à Saint-Allyre des incrustations diverses de plantes et d'animaux pour les vendre aux curieux. Voici comment on obtient ces incrustations.

L'eau naturelle, au sortir de la source, est conduite par une rigole étroite en bois dans une espèce de cuve assez profonde, d'où elle se répand, sous forme de filet, sur la plate-forme de deux petites chambres en bois, de huit à neuf pieds de hauteur, et de dix à onze pieds de largeur. Ces plates-formes sont percées de cinq à six trous qui permettent à l'eau de s'écouler dans l'intérieur des chambres. Des supports en bois, disposés contre les parois des chambres, reçoivent les objets que l'on veut pétrifier. L'eau, en tombant sur des pierres, jaillit de tous côtés, sous forme de pluie fine, sur tous les corps environnants,

et les recouvre d'un dépôt calcaire dont l'épaisseur augmente continuellement.

Il faut environ un mois de séjour dans les chambres pour que les petits objets se recouvrent d'une croûte suffisamment consistante. Un chien de moyenne taille exige au moins trois mois.

On cherche surtout à ce que le dépôt soit le plus blanc possible, et, à cet effet, on a pratiqué sur le tuyau de conduite un grand nombre de petits réservoirs, dans lesquels l'eau se dépouille de la plus grande partie de l'ocre qu'elle renferme. Cependant elle en retient encore en arrivant dans les chambres. Mais, comme on a remarqué qu'elle achève de s'en dépouiller en frappant les objets qui sont placés dans la partie supérieure de ces chambres, on a soin de mettre les incrustations que l'on veut terminer sur le sol ou à une très-petite hauteur au-dessus du sol, afin qu'elles se recouvrent à la surface de calcaire exempt de fer.

On prétend que dans les temps de pluie les incrustations sont plus chargées de fer, et par conséquent moins blanches, que pendant les beaux jours.

15. *Sur les EAUX THERMALES de Luxeuil*; par M. Longchamp. (Acad. des sc., 1^{er} août 1836.)

Les sources de Luxeuil sont situées dans un vallon étroit, qui paraît avoir été autrefois un marais. Il y en a dix ou douze de thermales, dont la plus chaude a une température de $52^{\circ}\frac{1}{2}$ c., et la moins chaude $36^{\circ}\frac{1}{2}$ c. Toutes sont renfermées dans l'établissement des bains. En dehors de cet

établissement, au nord, il y a une source ferrugineuse qui fait le sujet de ce mémoire; sa température est de $22^{\circ}\frac{1}{4}$ lorsqu'elle sort du sein de la terre. L'eau de cette source est limpide; mais, quand elle a séjourné pendant quelque temps dans le bassin où on la reçoit, elle est comme gélatineuse et couleur de chair.

Elle ne laisse, par l'évaporation, que 0,000236 de son poids, et elle contient :

Muriate de soude.	0,0000591
Sulfate de soude	0,0000125
Carbonate de chaux.	0,0001078
Silice.	0,0000301
Oxide ferroso-ferrique.	0,0000129
Matière organique.	0,0000067
Sulfate de chaux.	traces.
Perte.	0,0000069
	<hr/>
	0,0002360

Il se forme dans le bassin un dépôt qui contient :

Oxide de fer.	0,626
Silice.	0,103
Eau.	0,271
Matière organique.	traces.
	<hr/>
	1,000

Il est d'un jaune ocreux, et il perd 0,116 d'eau à la chaleur du bain-marie.

Ainsi, l'on trouve dans l'eau qui sort de la terre la matière organique qui doit servir à la création des infusoires que renferme le fer limonneux. Cette matière n'entre que pour sept millièmes dans l'eau, mais elle forme environ le trente-cinquième des substances solides que contient cette eau.

La matière organisée de l'eau de Luxeuil n'est pas de la barégine, mais il serait bien possible que celle dont j'ai reconnu l'existence dans le résidu insoluble fût bien réellement cette substance.

16. *Analyse de deux TUF VOLCANIQUES des environs de Naples*; par M. P. Berthier.

1° *Tuf ponceux de la grotte de Pausilippe.*

Il est compacte, à structure terreuse, tendre, facile à écraser, et tachant même les doigts, léger, de couleur blonde, nuancé çà et là de jaune d'ocre pâle. Par la calcination il devient d'un jaune de brique, il s'agglomère, et il se fond même dans quelques parties; il éprouve une perte de 0,11 due à de l'eau qui se dégage.

L'acide muriatique l'attaque facilement avec formation de gelée, et la silice reste mêlée avec une substance inattaquable, qui ne paraît être que de l'argile dans laquelle on distingue quelques paillettes très-petites de mica brun. L'analyse a donné :

Silice combinée.	0,445
Alumine.	0,120
Magnésie.	0,007
Potasse.	0,055
Soude.	0,015
Peroxyde de fer.	0,065
Eau.	0,110
Partie inattaquable.	0,164
	<hr/>
	0,981

D'après cela, la partie attaquable par les acides doit être à peu près composée de :

Silice.	0,695	Oxygène.	358
Alumine.	0,185		85
Magnésie.	0,011		4
Potasse.	0,086		14,6
Soude.	0,023		6
	<hr/>		
	1,000		

Ce qu'il y a de singulier, c'est que cette composition se rapporte à peu près à celle des feldspaths; mais, outre ces éléments, il y a évidemment de l'eau dont la proportion doit être de 0,08 à 0,10. Quant au peroxyde de fer, il n'est certainement que mélangé à l'état d'hydrate.

Le tuf de Pausilippe est attaqué avec la plus grande facilité, même à froid, par l'acide sulfurique concentré; et lorsque l'on concentre la dissolution à chaud, il s'en sépare, par le refroidissement, de l'alun potassé parfaitement pur, dans la proportion de 0,50. Si l'on ajoutait une suffisante quantité de potasse ou de sulfate de potasse à l'eau-mère, il s'en séparerait encore autant d'alun.

D'après cela tout porte à croire qu'il y aurait avantage à exploiter ce tuf comme minéral d'alun, d'autant plus que le soufre est à vil prix dans la contrée, et que, par conséquent, on pourrait y fabriquer de l'acide sulfurique à très-peu de frais.

2° *Tuf ponceux sous lequel est ensevelie la ville d'Herculanum.* Il ressemble tout à fait au précédent; mais il présente çà et là une légère teinte verdâtre qu'il doit à un mélange de mica

d'un vert bouteille, que l'on y trouve disséminé en petits morceaux argentés. Il diffère du tuf de Pausilippe en ce qu'il est imprégné de matière calcaire. On peut aisément le débarrasser de cette matière au moyen de l'acide acétique. Il a donné par une analyse approximative :

Silice combinée.	0,265
Alumine.	0,100
Magnésie.	traces
Potasse.	0,021
Soude.	0,023
Peroxyde de fer.	0,100
Eau	0,088
Carbonate de chaux.	0,090
Argile et mica.	0,265
	<hr/>
	0,952

Cette analyse montre que les deux tufs ne diffèrent que peu l'un de l'autre, mais que cependant le dernier contient, relativement à la soude, moins de potasse que le premier. Il est possible qu'une partie de l'alumine dissoute provienne de l'argile non complètement attaquée.

Ces tufs ne sont autre chose que des pouzzolanes, et ils ont le plus grand rapport avec la pouzzolane ordinaire employée pour la confection du mortier et avec le trass des bords du Rhin. (*Voyez Ann. des mines, II^e série, t. I, p. 333.*)

17. *Analyse d'un BASALTE de Silésie et d'une LAVE de l'Étna; par M. LOWE, (An. de Pog., tome XXXVIII.)*

Le basalte venait de Wickerstein, près Querbach, dans la basse Silésie. Il était d'un gris verdâtre, et contenait des cristaux assez grands d'augite et des grains d'oxide de fer magnétique. En le traitant par l'acide muriatique faible on n'attaque ni l'augite ni l'oxide de fer, et on y trouve :

Augite.	0,5558	} 1,0000
Oxide de fer.	0,0461	
Zéolithe.	0,3981	

La zéolithe, soluble dans l'acide muriatique, est composée de

Silice.	0,3913
Alumine.	0,2900
Chaux.	0,1052
Soude.	0,1392
Potasse.	0,0143
Eau.	0,0793
	<hr/>
	1,0093

Ce qui donne la formule $(\overset{+}{C}^3, \overset{+}{N}^3, \overset{+}{K}^2) \overset{-}{S} + 2(\overset{-}{Al} \overset{-}{S}) + 3\overset{-}{H}$. On peut la regarder comme une zoizite, plus de l'eau, et dans laquelle une partie de la chaux a été remplacée par de la soude et de la potasse.

L'augite a été trouvée composée de

Silice.	0,4798
Alumine.	0,0910
Oxide de fer.	0,1651
Chaux.	0,1441
Magnésie.	0,1297
	<hr/>
	1,0097

La lave de l'Etna que j'ai examinée provenait du courant qui a détruit Catane en 1669. Elle se compose d'une pâte grise de labrador, parsemée de petits cristaux verdâtres d'augite et de petits grains de péridot.

La partie attaquable par l'acide muriatique, qui forme à peu près le quart de la masse, contient :

Silice.	0,4331	Oxygène.	2249
Alumine	0,1283		599
Oxide de fer.	0,2686		599
Chaux.	0,0748		210
Soude.	0,0694		177
Potasse.	0,0156		026
	<u>0,9898</u>		

La partie non attaquable renferme :

Silice.	0,5476	Oxygène.	2844
Alumine	0,1962		916
Chaux.	0,1122		315
Oxide de fer.	0,0593		135
Magnésie.	0,0921		356
Oxide de manganèse.	0,0109		24
	<u>1,0183</u>		

Il est remarquable que cette lave ne contienne pas d'eau, tandis qu'il y en a toujours dans les basaltes.

18. *Nouvelles observations sur les CHAUX HYDRAULIQUES MAGNÉSIENNES*; par M. Vicat. (Acad. des sc., 16 janvier 1837.)

« M. Berthier a élevé quelques doutes (*Annales des Mines*, tome 18, page 480), sur

l'exactitude du fait chimique que j'ai eu l'honneur de communiquer dernièrement à l'académie, savoir, que la magnésie, lorsqu'elle intervient en proportions de 30 à 40 parties, peut rendre hydraulique 40 parties de chaux très-pure.

» Par déférence pour l'opinion de ce savant chimiste, j'ai vérifié de nouveau la synthèse qui a servi de base à ma conclusion; et, pour écarter les causes possibles d'erreur, j'ai prié M. l'ingénieur en chef des mines Gueymard (dans le laboratoire duquel j'ai opéré), de choisir et de vérifier lui-même les carbonates de chaux et de magnésie destinés à l'expérience.

» En conséquence, il a été mis à ma disposition, 1° du marbre blanc du Val-Senestre (Isère), qui, sur 100 parties, contient :

Silice.	0,068	} 100
Carbonate de magnésie.	0,020	
Carbonate de chaux.	99,912	

2° du carbonate de magnésie des pharmacies, qui contient :

Magnésie.	46,00	} 100
Acide carbonique.	51,60	
Eau.	2,40	

» La silice, comme on le voit, n'intervient pas pour $\frac{1}{1000}$ dans le calcaire du Val-Senestre, et son influence resté par conséquent insignifiante.

» Ayant calciné, jusqu'à expulsion presque complète de l'acide carbonique, plusieurs fragments de ce calcaire, j'ai obtenu de la chaux pure à moins d'un millième près, et j'en ai pesé 44 parties; j'ai pesé également 80 parties de car-

bonate de magnésie, représentant 36,80 de magnésie anhydre. La chaux a été réduite en laitance par l'extinction, et mélangée avec le carbonate de magnésie préalablement pulvérisé et passé au tamis de soie. Après une trituration long-temps prolongée, le mélange, trop liquide pour être manipulé, a été rapproché par dessiccation, puis divisé en boulettes, et ainsi introduit dans la moufle d'un fourneau à coupelle, où il a subi environ quatre heures de bonne chaleur rouge.

» La chaux factice ainsi obtenue a fusé promptement et avec vive effervescence dans l'eau. Réduite en pâte de bonne consistance, placée ensuite au fond d'un vase et recouverte d'eau, elle a fait prise en moins de huit jours; le neuvième jour, la surface mouillée portait, sans dépression sensible, une aiguille à tricot ordinaire chargée de 300 grammes.

» Cette seconde expérience confirme donc pleinement les résultats annoncés, et répond aux doutes de l'honorable académicien que j'ai cité; elle explique parfaitement l'hydraulicité des chaux naturelles du Lardin (Dordogne), qui se composent moyennement, savoir :

De silice.	5,00
D'alumine.	2,00
D'oxide de fer.	0,40
De carbonate de magnésie.	42,00
De carbonate de chaux.	50,60

100,00

» En effet, si la magnésie se comportait comme une matière inerte, comme un sable fin, par exemple, la chaux du Lardin, contenant la chaux pure et la silice dans la proportion de 100 à 10,

ne serait que moyennement hydraulique, tandis que ses qualités bien constatées la placent au rang des bonnes chaux hydrauliques ordinaires; ce qui s'explique par la forte dose de magnésie qu'elle contient, dose qui supplée à ce qui manque en silice.

» En nous accordant l'exactitude des résultats, M. Berthier prétend d'ailleurs que le principe reste sans importance pour les arts. Il y a peut-être un peu trop d'empressement dans ce désir de poser des bornes à l'extension utile de tel ou tel principe, car, si je suis bien informé, la publication de ma première note aurait porté déjà quelques fruits en rappelant l'attention des constructeurs sur des dolomies qu'on avait rejetées dans diverses localités, parce que, ne laissant par les acides que 5 à 6 centièmes de résidu argileux, on désespérait d'en tirer des chaux suffisamment hydrauliques. »

M. Dumas rappelle : « Que M. Fuchs a déjà publié depuis quelques années, en Bavière, des observations tendant à prouver le rôle utile de la magnésie dans les chaux ou mortiers hydrauliques. — M. Fuchs s'est particulièrement attaché à mettre en évidence toute l'utilité qu'on peut retirer des dolomies, et il fait voir qu'avec une pouzzolane, qui produirait un effet médiocre par l'emploi d'une chaux grasse, on obtient avec la chaux magnésienne un mortier d'excellente qualité. »

19. *Sur les os fossiles trouvés près de Jamna, aux Indes.* (Asiat. Jour.)

Parmi les os fossiles qui ont été découverts sur les bords de la Jamna, il y en a qui sont d'un brun noirâtre, luisants, fragiles, à cassure conchoïde; leur pesanteur est de 415, et on les a trouvés composés de :

Phosphate et carbonate de chaux.	0,175
Oxide rouge de fer	0,765
Eau.	0,060
	1,000

Les os trouvés près de la Jamna appartiennent à des éléphants, des hyppopotames, des cerfs, des antilopes, des bœufs, des chevaux, des cochons, des rats d'eau, des sauriens, des espèces bovines, et quelques-uns vraisemblablement à des girafes.

20. *Analyse d'une efflorescence NITREUSE de l'Inde, par M. PIDDINGTON.* (Bibl. de Gen., t. VI, p. 173.)

Cette substance suinte le long d'un rocher calcaire, près de Charni. Elle est visqueuse, d'un brun clair et demi-transparente. Elle contient des fragments du rocher, et de petits corps bruns ou noirs. Son odeur est légèrement nauséabonde, et sa saveur est piquante; la matière noire paraît être un reste d'excréments d'oiseaux. L'analyse a donné :

Nitrate de chaux.	0,406
Nitrate de soude.	0,049
Fragments de calcaire.	0,342
Sulfate de chaux, matière animale.	0,026
Eau.	0,155
	0,978

21. *Examen chimique de quelques variétés d'AUGITE et de HORNBLÉNDE; par M. KUDERSCH.* (Ann. de Pog., t. 38.)

On sait que les chimistes qui se sont occupés de l'analyse des augites, ont trouvé de l'alumine dans un certain nombre de variétés, et que M. H. Rose en a trouvé également 0,05 dans l'augite de Frascati, qui provient d'une roche volcanique. Désirant chercher quel rôle joue cette terre dans cette espèce minérale, j'en ai analysé cinq échantillons pris dans des gisements différents; j'ai obtenu les résultats suivants :

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Silice.	0,5015	0,4939	0,5073	0,5055	0,5090
Alumine.	0,0402	0,0600	0,0647	0,0485	0,0537
Chaux.	0,1957	0,2246	0,1890	0,2229	0,2296
Magnésie.	0,1348	0,1393	0,1691	0,1301	0,1443
Oxide de fer.	0,1204	0,0739	0,0726	0,0796	0,0625
	0,9926	0,9917	1,0027	0,9866	0,9991

(1) *Augite de la montagne de Zigolon, dans la vallée de Fassa.* Elle se présente en cristaux de 3 à 4 lignes de longueur, simplement ou doublement hémitropes, d'un vert noirâtre, peu éclatants et opaques. Sa densité est de 3,358. Elle se trouve dans un porphyre pyroxénique, d'un vert

noirâtre, qui renferme en outre de petits cristaux de Labrador.

(2) *Augite du lac de Gillenfeld, dans l'Eifel.* Elle se trouve en cristaux isolés de plus d'un pouce de longueur. Ces cristaux sont d'un vert noirâtre, brillants et translucides. Leur densité est de 3,356.

(3) *Augite de Rhongebirge.* Elle se trouve en cristaux mal déterminés, d'un pouce au plus de longueur, d'un vert noirâtre, translucides sur les bords, à cassure conchoïde très-brillante. Sa densité est de 3,347.

(4) *Augite de l'Etna.* En cristaux d'un noir verdâtre très-éclatant, à cassure imparfaitement conchoïde. Sa densité est de 3,359.

(5) *Augite de la lave du Vésuve.* En petits cristaux d'un vert d'herbe et transparents, empâtés dans une roche d'un gris cendré.

Ces analyses montrent que l'alumine se trouve à peu près en proportion constante dans toutes les augites, mais que les éléments ne sont pas combinés entre eux de manière à former exactement des bisilicates. Soit que l'on considère l'alumine comme électro-négative, soit qu'on la considère comme électro-positive, les résultats numériques concorderaient plutôt avec la supposition que ces minéraux se composent de bisilicates et de tri-aluminates; mais tant qu'on n'aura pas rencontré un trialuminate cristallisé, on ne pourra pas regarder cette opinion comme plus probable que celle par laquelle on regardait l'alumine comme principe accidentel mélangé; et effectivement on remarque que les augites sont traversées d'une multitude de petites fissures qui paraissent être remplies d'une matière altérée.

Voici le résultat de l'analyse de trois pierres qui doivent être rangées avec les hornblendes, parce que leur clivage présente des angles de $124^{\circ} \frac{1}{2}$:

	(1)	(2)	(3)
Silice.	0,5305	0,4907	0,4531
Alumine.	0,0456	0,0924	0,1188
Chaux.	0,1247	0,1033	0,1049
Magnésie.	0,1290	0,2029	0,1423
Protoxide de fer. . .	0,1637	0,0977	0,1593
	0,9935	0,9870	0,9789

(1) *Hornblende de Buttimsé,* entre Katherinembourg et le village de Mortowaja, dans l'Oural, décrite par M. G. Rose, sous le nom d'*Ouralite*. En cristaux d'une à deux lignes de longueur, empâtés dans une roche d'un gris verdâtre. Sa densité est de 3,15.

(2) *Hornblende de la Kinrudgrube,* près de Kombergen, Norwége. Elle est remarquable en ce qu'elle se trouve avec l'antophyllite, qui a le même clivage, et à ce qu'il paraît la même composition.

(3) *Hornblende de Prèse,* entre Borméo et Térano, dans la Valteline. Elle est de couleur brune. Sa densité est de 3,268. Elle se trouve dans un gabro à gros grains.

22. Sur le CARBONATE DE MAGNÉSIE de l'Inde méridionale; par M. Prinse. (Asiat. Journ.)

Ce minéral, qui se trouve à Salem, se rencontre en veines peu étendues d'un pouce à un pied de puissance, et quelquefois aussi en cou-

ches; il happe à la langue. Sa pesanteur spécifique est de 2,870 à 2,887. C'est du carbonate neutre anhydre tout pur.

Lorsqu'on le calcine, et que l'on verse de l'eau sur le résidu de magnésie, celui-ci absorbe environ $\frac{1}{10}$ de son poids de ce liquide avec dégagement de chaleur, et l'eau absorbée ne se dégage pas par l'action de l'acide sulfurique dans le vide.

23. *Analyse de la GADOLINITE*; par MM. Thomson et Steel. (Phil. mag., 1835.)

L'analyse a donné :

Silice.	0,2433
Ytria	0,4533
Oxide de cérium.	0,0433
Glucine.	0,1160
Protoxide de fer.	0,1359
Platine.	traces.
Manganèse.	traces.
Humidité.	0,0098

1,0016

C'est donc un bisilicate multiple.

La glucine est précipitée en totalité par le benzoate d'ammoniaque et non par l'acide benzoïque. Le peroxide de fer peut au contraire être précipité complètement par cet acide.

24. *Analyse d'une EFFLORESCENCE SALINE d'Aix en Savoie*; par M. P. Berthier.

Cette substance vient de la grotte canaliculaire, d'où sort la source d'eau minérale dite du *soufre*. Elle se trouve sur les parois, un peu au-dessus du niveau de l'eau. La grotte est ouverte dans une masse de calcaire argileux et pyriteux.

La matière saline est en petites masses formées d'aiguilles blanches juxta-posées, molles et flexibles comme de l'amiante. Lorsqu'on les laisse exposées à l'air, elles deviennent assez promptement d'un jaune d'ocre pâle à la surface, tandis qu'elles restent blanches à l'intérieur. Quand on chauffe cette matière, elle se fond facilement dans son eau de cristallisation, bouillonne, se dessèche, et à la chaleur blanche elle se change en une masse terreuse d'un jaune pâle, en laissant dégager de l'acide sulfureux et de l'acide sulfurique. Elle se dissout complètement dans l'eau, mais la liqueur est un peu louche quand les morceaux dissous ont été altérés à la surface. L'analyse a donné :

Alumine.	0,100	prenant acide sulfurique	0,233
Magnésie.	0,040		0,077
Protoxide de fer.	0,040		0,045
Acidesulfurique.	0,357		0,355
Eau.	0,463		
	1,000		

C'est donc un sulfate triple composé comme il suit :

Sulfate d'alumine.	0,333	15 at.	3 at.
Sulfate de magnésie.	0,117	15	3
Sulfate de fer.	0,085	10	2
Eau de cristallisation.	0,465	415	85
	1,000		

Les sels combinés renferment chacun la même quantité d'eau de cristallisation qu'à l'état libre; car on trouve que dans cette supposition cette quantité serait de 0,435.

Cette substance est analogue à l'alun de plume, elle provient en partie de la réaction des pyrites en efflorescence sur la roche calcaire et argileuse, qui sert de gangue à celles-ci; mais comme on est certain maintenant que le gaz hydrogène sulfuré qui se dégage de l'eau minérale, se transforme en acide sulfurique en se répandant dans l'air, on doit admettre que cet acide contribue pour beaucoup à sa production. Les parties des parois de la grotte, qui sont formées de pierre calcaire à peu près pure, sont recouvertes d'une croûte souvent assez épaisse de sulfate de chaux saccharoïde, d'un beau blanc, et dans lequel on ne trouve qu'une trace d'autres sulfates.

25. *Sur l'HOLMITE*; par M. Thomson. (Rec. of sc. n. 17.)

Ce minéral vient de Warwick, dans l'état de New-York, près de la rivière Hudson. Il est d'un brun-foncé rougeâtre. Son éclat est demi-métallique. Sa texture est feuilletée, à un seul clivage; les lames minces sont transparentes et élastiques comme celles du mica. Sa pesanteur spécifique est de 3,298, et sa dureté de 6. Au chalumeau il perd sa couleur et devient opaque. Il est composé de :

Silice.	0,4935
Alumine.	0,4475
Zircone.	0,0205
Péroxide de fer.	0,0480
Protoxide de manganèse.	0,0135
Chaux.	0,1145
Magnésie.	0,0905
Eau.	0,0455
Acide fluorique.	0,0090
	0,9825

La formule est par conséquent $11 \text{ Al}^3 \text{ S}^{+2} \text{ Mg}^3 \text{ S} + 1\frac{1}{2} \text{ Ca}^3 \text{ S} + (\text{z, f, mn})^3 \text{ S} + 2 \text{ Aq}$, inépendamment d'un mélange d'une petite quantité de spath fluor.

26. *Analyse de la CHIASTOLITE*; par M. Laudgrèbe de Marbourg. (Amer. Journ. 1835.)

Ce minéral contient :

Silice.	0,6850
Alumine.	0,3011
Magnésie.	0,0112
Eau et charbon.	0,0027
	1,0000

27. *Analyse du SAVON DE MONTAGNE de Plombières*; par M. P. Berthier.

Cette pierre a été recueillie par M. Puton de Remiremont, dans les granites décomposés des environs de Plombières. Récemment extraite du sein de la terre, elle est un peu translucide, rose, légèrement nuancée de noir, et elle a toute l'ap-

parence du savon *bleu-vif* de Marseille ; mais après qu'elle a été exposée à l'air pendant quelques jours, elle perd sa belle couleur rosée, sa translucidité, et elle devient presque blanche et opaque. Elle happe à la langue, elle est très-tendre, mais assez tenace, et elle se pelotonne un peu sous le pilon.

Par calcination elle perd le quart de son poids, et elle devient un peu grise lorsque l'on n'a pas la précaution de la griller ; ce qui prouve que la substance qui la colore en rose est de nature organique. Mais cette substance ne s'y trouve qu'en proportion extrêmement petite, et la perte de poids que la pierre éprouve est due presque uniquement à un dégagement d'eau pure.

L'acide muriatique attaque le savon de Plombières, mais assez difficilement. L'acide sulfurique l'attaque complètement, et laisse pour résidu de la silice gélatineuse, mélangée d'une petite quantité de sable. L'analyse a donné :

Silice.	0,440	Oxygène	0,239
Alumine.	0,220		0,103
Magnésie.	0,020		0,008
Sable.	0,060		
Eau.	0,250		0,223
	<hr/>		
	0,990		

D'après cela, c'est évidemment un bisilicate hydré dont la formule est $(A, M)S^2 + 2Aq$.

Cette composition se rapproche beaucoup de celle que Bucholz a trouvée pour le savon de montagne de la Thuringe. (Beudant, t. 2, p. 39.)

28. *Analyse de deux TERRES VÉGÉTALES des environs de Nemours, département de Seine-et-Marne; par M. P. Berthier.*

1° La première de ces terres provient d'un champ situé sur la rive droite du Loing, au pied d'un monticule appelé le *Châtelet*. Elle est légère, mais très-propre à la culture du seigle et des racines. Elle se trouve au niveau de la partie supérieure de l'argile plastique et au pied de côteaux composés de calcaire d'eau douce et de grès sableux. Elle est couleur café au lait. Par lévigation et tamisage on en a extrait :

Fragments restés sur un tamis de crin . . .	0,076
Sable quartzeux resté sur un tamis de soie.	0,484
Sable quart. très-fin extrait par lévigation. .	0,090
Argile et sable fin tenus en suspension . . .	0,350
	<hr/>
	1,000

Les fragments sont des débris de silex très-petits. Le sable est du quartz blanc tout pur.

L'argile, à l'état humide, est d'un brun foncé, et elle a la propriété plastique. Desséchée, elle est couleur café au lait. Je l'ai analysée dans cet état en la traitant successivement par l'acide acétique, par l'acide muriatique et par la potasse au creuset d'argent. J'y ai trouvé :

Carbonate de chaux.	0,130
Oxide de fer.	0,045
Silice et quartz.	0,620
Alumine.	0,068
Eau et matières organiques.	0,137
	<hr/>
	1,000

L'argile pure devant contenir environ le tiers de son poids d'alumine, il s'ensuit que la matière analysée ne renferme que 0,21 d'argile, et la terre brute 0,073 seulement. On voit, par cette analyse, combien peu il faut d'argile et de carbonate de chaux pour amender le sable pur lorsqu'il est fin.

Fondue avec 10 p. de litharge, la terre produit 0,5 de plomb qui provient des matières organiques : il en résulte que ces matières équivalent à 0,03 de charbon. La terre avait été fumée récemment.

2° La seconde matière terreuse a été prise dans un champ situé dans une plaine, sur la route de Puiseaux, au pied du rocher de grès de Saint-Pierre. On y cultive ordinairement du seigle, qui y vient bien quand la saison n'est pas trop sèche.

Elle est couleur café au lait pâle, très-meuble; elle laisse pénétrer l'eau immédiatement, ne fait pas pâte, et se dessèche avec la plus grande promptitude. Par lévigation elle donne :

Sable quartzeux blanc.	0,90	} 1,00
Matière tenue en suspension.	0,10	

La matière que l'eau tient en suspension paraît homogène à l'œil nu; mais, examinée à la loupe, on y distingue des grains de quartz brillants et excessivement fins. Elle ne fait pas pâte avec l'eau, et elle craque sous la dent. Elle est composée de :

Carbonate de chaux.	0,010
Oxide de fer.	0,030
Alumine.	0,070
Eau et matière organique.	0,075
Silice et quartz.	0,815
	<u>1,000</u>

D'après cela, et en supposant que l'argile pure renferme le tiers de son poids d'alumine, la matière tenue en suspension dans l'eau doit contenir 0,66 de sable quartzeux mélangé, et la terre brute doit être composée de

Sable quartzeux	0,9000	} Argile. 0,0225
Id. extrêmement fin.	0,0660	
Silice.	0,0150	
Alumine.	0,0075	
Oxide de fer.	0,0030	
Carbonate de chaux.	0,0010	
Eau et matière organiq.	0,0075	
	<u>1,0000</u>	

C'est donc du sable presque tout pur. Il n'est cultivable que parce qu'il est fin, et qu'il est situé dans une plaine, presque immédiatement au-dessus de l'argile plastique.

29. *Analyse de deux TERRES VÉGÉTALES des environs de Puiseaux, département du Loiret;*
par M. P. Berthier.

1° *Terre éminemment propre à la culture du safran.* On cultive une grande quantité de safran tout autour de la ville de Puiseaux depuis un temps immémorial. Toutes les terres du pays ne sont cependant pas propres à cette culture. On y consacre celles qui sont de la meilleure qualité. L'échantillon soumis à l'analyse a été pris dans un champ réputé pour être excellent.

La terre est d'un blond tirant sur le brun. Par le tamisage et la lévigation on n'en sépare que 0,15 de grains pierreux, en général très-petits, et

qui atteignent rarement la grosseur d'un pois. Ces grains sont des fragments de calcaire d'eau douce sans mélange de quartz. J'ai trouvé dans la terre brute :

Carbonate de chaux.	0,370
Silice et sable quartzeux.	0,454
Alumine.	0,093
Oxide de fer.	0,020
Eau et matière organique.	0,063
	1,000

D'après la composition ordinaire de l'argile, il y a lieu de croire qu'elle entre pour 0,30 dans cette terre, et par suite que celle-ci renferme 0,247 de sable quartzeux; mais ce sable est si fin qu'il est absolument impossible de le séparer par lévigation.

Lorsqu'on mouille la terre de Puiseaux, elle absorbe beaucoup d'eau, et elle se prend en pâte visqueuse; mais cette pâte perd presque toute sa consistance en se desséchant. Elle est très-perméable aux racines, à cause de la grande proportion de sable et de grains calcaires qu'elle contient.

2° La seconde terre a été prise dans le parc Gauthier, qui jusqu'ici a toujours été cultivé en bois; elle est de couleur blonde. Elle fait pâte avec l'eau, et, quand cette pâte se dessèche, elle se contracte et se fendille, et les morceaux prennent la consistance d'une poterie crue; néanmoins par la calcination elle ne devient que très-médiocrement solide.

L'analyse de la terre a donné :

Carbonate de chaux.	0,010
Silice et sable quartzeux.	0,785
Alumine.	0,110
Oxide de fer.	0,030
Eau et matières organiques.	0,065
	1,000

D'après la composition ordinaire de l'argile, la terre doit en contenir environ 0,33, et par conséquent 0,565 de sable quartzeux mélangé.

Cette analyse montre que la terre du parc Gauthier a, à très-peu près, la même composition que la partie non calcaire de la terre à safran, et que par conséquent il suffirait pour l'amender d'y ajouter environ la moitié de son poids de calcaire en poudre.

36. Analyse d'une TERRE VÉGÉTALE de l'île de Cuba; par M. P. Berthier.

Cette terre a été envoyée au laboratoire par M. Mollien, consul général de France à la Havanne. C'est celle dans laquelle on cultive avec un si grand succès le sucre, le café et le tabac. Elle est rouge, et ressemble à un minerai de fer terreux. Elle est en petites masses agglomérées, mais que l'on écrase très-facilement. On n'y distingue pas de parties pierreuses, mais on y voit des débris de végétaux qui paraissent provenir de cannes à sucre. Elle exhale une odeur désagréable, analogue à celle des crottes de mouton. Elle fait pâte avec l'eau, et cette pâte en se desséchant prend du retrait sans se fendiller, et acquiert beaucoup de ténacité. Ce serait une matière ex-

cellente pour faire des poteries rouges à l'antique.

Par la lévigation et le tamisage on n'en sépare que 0,02 de petits fragments de calcaire blanc et de débris de végétaux. Desséchée à la chaleur de 100°, elle perd 0,09 d'eau hygroscopique.

Elle contient :

Carbonate de chaux.	0,080	
Peroxyde de fer.	0,140	
Oxyde de manganèse.	0,010	
Silice.	0,336	} Argile 0,506
Alumine.	0,170	
Eau et matières organiques.	0,250	
	0,986	

Les matières organiques qu'elle renferme équivalent à 0,04 de charbon.

Cette terre doit avoir la propriété de retenir fortement l'eau, mais aussi elle doit contracter une grande dureté en se desséchant au soleil, et l'on ne conçoit pas comment les racines des plantes peuvent s'y étendre.

31. *Analyse de la OERSTEDTITE*; par M. Forchhammer. (Ann. de Pog., 1835, n° 8.)

On trouve ce minéral à Arendal, en Norvège, sur du pyroxène. Il est brun, brillant, et d'une forme très-coniçosée, qui appartient au système pyramidal. Sa pesanteur spécifique est de 3,629, et sa dureté est intermédiaire entre celles de la chaux phosphatée et du feldspath. Il est composé de :

Silice.	0,1971
Chaux.	0,0261
Magnésie.	0,0205
Protoxyde de fer.	0,0113
Acide titanique et zirconc.	0,6896
Eau.	0,0533
	0,9979

C'est un mélange du silicate (F, C, M) S² + 3 Aq, d'acide titanique et de zirconc.

32. *Des minéraux qui renferment le COLUMBIUM*; par M. Thomson. (Records of sc., décembre 1836.)

On connaît maintenant quatre espèces minérales qui renferment de l'acide columbique combiné avec du fer et du manganèse, ce sont : la torrelite, la columbite, la tantalite et la ferrotantalite. Ces espèces ont la composition suivante :

	Torrelite.	Columbite.	Tantalite.	Ferrotantalite.
Acide columbique.	0,7390	0,7965	0,8320	0,8585
Protoxyde de fer.	0,1565	0,1400	0,0720	0,1297
Protoxyde de manganèse.	0,0800	0,0755	0,0740	0,0161
Oxyde d'étain.	"	0,0050	0,0060	0,0080
Chaux.	"	"	"	0,0056
Eau.	0,0035	0,0005	"	0,0072
	0,9790	1,0175	0,9840	1,0251

La *torrelite* a été trouvée dans un granite qui est exploité pour une fabrique de porcelaine à Middleton, dans le Connecticut. Elle est en masses irrégulières, de la grosseur d'une noisette, ayant

tendance à la forme prismatique. On en a rencontré un bloc qui pesait 14 livres. Elle est noire et irisée, opaque et à cassure lustrée. Sa pesanteur spécifique est de 4,8038; sa poussière est d'un brun chocolat foncé. D'après mon analyse, sa composition est représentée par la formule $2 (f^2 Cl) + (mn^2 Cl)$.

La *columbite* vient de Bodenmais en Bavière. Elle est noire, et sa poussière a la même couleur. Elle se trouve cristallisée en prismes à 4 pans rectangulaires striés longitudinalement. Elle a un éclat demi-métallique. Sa pesanteur spécifique est de 6,0380. Elle a pour formule $(f^2 Cl) + (mn Cl)$.

La *tantalite* vient de Kimito en Finlande. Elle est amorphe, d'un noir de fer demi-métallique. Sa poussière est d'un gris-brun, et sa pesanteur spécifique est de 7,300. D'après l'analyse ci-dessus, qui est due à M. Berzélius, elle a pour formule $(f Cl) + (mn Cl)$.

La *ferrotantalite* vient aussi de Kimito. Elle est en masses irrégulières, qui présentent quelques indices de cristallisation, d'un noir demi-métallique, à cassure inégale; elle raie le verre. Sa pesanteur spécifique est de 7,655. D'après l'analyse de Berzélius, sa formule est $8 (f Cl) + (mn Cl)$.

En comparant entre elles ces analyses, on voit que les minéraux auxquels elles se rapportent ont une pesanteur spécifique d'autant plus grande, qu'ils renferment plus de columbium, ce qui porte à croire que ce métal a une grande densité.

33. *Analyse du minerai de MANGANÈSE de Sargans, canton de Saint-Gall (Suisse);* par M. P. Berthier.

Le minerai de manganèse que l'on rencontre çà et là dans la masse de fer oxidé compacte qui est exploitée pour le service du haut-fourneau de Plons, près Sargans, est essentiellement composé d'oxide rouge, ainsi que je l'ai fait voir (*Ann. des Mines*, t. 6, p. 461). Mais cet oxide s'y trouve mélangé de diverses substances dont la nature n'avait pas été déterminée. J'ai fait cette recherche sur des échantillons variés, qui ont été recueillis en divers points de la mine.

Le minerai de manganèse de Sargans perd 0,08 de son poids par une forte calcination; les gaz qui se dégagent sont un mélange d'acide carbonique, d'oxygène et de vapeur d'eau. Il fait une effervescence lente avec l'acide acétique, mais seulement à la chaleur de l'ébullition; l'acide dissout 0,01 de chaux, 0,01 de magnésie, et environ 0,12 d'oxide de manganèse. Avec l'acide nitrique étendu, et agissant à froid, il se manifeste immédiatement une effervescence qui dure longtemps. Le résidu insoluble pèse 0,605 après dessiccation, et 0,574 après calcination. En faisant bouillir le minerai pendant longtemps avec de l'acide nitrique concentré, il devient d'un noir pur, et son poids se réduit à 0,335. Cette matière noire ne pèse plus que 0,295 après la calcination; c'est du peroxide de manganèse mélangé de 0,013 de quartz.

En recevant dans de l'eau de baryte le gaz qui se dégage quand on fait bouillir ce minerai avec de l'acide nitrique faible, on obtient 0,220 de

carbonate de baryte au moins, ce qui équivaut à 0,049 d'acide carbonique. Soumis à la distillation, le minerai laisse dégager 0,020 d'eau; il suit de là qu'il doit perdre par la calcination 0,011 d'oxygène au plus. Enfin, on trouve qu'en le traitant par l'acide oxalique il abandonne 0,058 d'oxygène pour se transformer en protoxide.

La chaux et la magnésie que renferme le minerai de Sargans ne prenant que 0,019 d'acide carbonique pour se saturer, il reste 0,030 au moins de cet acide, qui ne peut s'y trouver combiné qu'avec du protoxide de manganèse, dont la proportion doit être par conséquent de 0,05.

Il suit de ces données et des divers autres résultats immédiats de l'analyse, que le minerai contient 0,83 d'oxide de manganèse supérieur au protoxide. Si cet oxide était de l'oxide rouge, il perdrait 0,055 d'oxygène pour se changer en protoxide. On voit par-là qu'il ne peut exister dans le minerai qu'une faible quantité de deutoxide; mais il ne serait pas possible d'en déterminer la proportion exacte par ce moyen, parce qu'il y a trop peu de différence entre les quantités d'oxygène qui se trouvent dans cet oxide et dans l'oxide rouge. Il me paraît plus convenable d'évaluer cette proportion d'après celle de l'eau avec laquelle le deutoxide est évidemment combiné. Néanmoins on devra remarquer que de cette manière on atteindra une proportion maximum, parce qu'il est très-possible et même fort vraisemblable qu'une petite partie de l'eau est, dans le minerai, simplement à l'état hygroscopique.

En combinant entre elles toutes ces données, on trouve que le minerai de Sargans est composé de :

Oxide rouge de manganèse.	0,662
Hydrate de deutoxide de manganèse.	0,200
Carbonate de manganèse.	0,080
Carbonate de chaux.	0,018
Carbonate de magnésie.	0,020
Peroxide de fer.	0,007
Gangue siliceuse.	0,013
	1,000

Le carbonate de chaux et le carbonate de magnésie ne s'y trouvent pas isolés; ils sont évidemment combinés entre eux et avec le carbonate de manganèse, pour constituer un carbonate triple analogue à ceux que l'on rencontre en plusieurs lieux. C'est probablement au mélange de ce carbonate triple que le minerai de Sargans doit la structure lamelleuse qu'il présente dans presque toutes ses parties.

Sa pesanteur spécifique est de 4,318, à peu près comme celle de l'hydrate de deutoxide, tandis que la pesanteur spécifique de l'oxide rouge pur est de 4,722, et celle du carbonate de 3,50.

34. *Analyse du minerai de MANGANÈSE de Ludwigsthal (Wurtemberg);* par M. P. Berthier.

Ce minerai est en grains arrondis de la grosseur d'une noisette, à cassure noire, mais à poussière brune. Les grains renferment tous à leur centre une certaine quantité de sable argileux, ce qui prouve qu'ils ont été formés par concrétion. Ils se trouvent abondamment disséminés dans les mines de fer oolitique, que l'on

exploite pour l'usage de l'usine royale de Ludwigsthal.

Par calcination ce minerai perd 0,174 d'eau et d'oxygène. Lorsqu'on le chauffe trop fortement, il se ramollit et se change en une scorie noire, en perdant 0,184 de son poids, parce qu'alors une partie du peroxide de fer qu'il contient passe à l'état de protoxide. Son analyse immédiate donne :

Oxide rouge de manganèse.	0,261
Peroxide de fer.	0,150
Silice gélatineuse.	0,068
Alumine soluble.	0,034
Magnésie.	0,008
Eau et oxygène.	0,174
Argile et sable.	0,305
	1,000

Il est très-aisément attaqué par l'acide oxalique et par l'acide sulfureux; mais l'acide acétique ne lui enlève que de la magnésie et une très-petite quantité d'oxide de manganèse. En le faisant digérer dans de l'acide nitrique à froid pendant vingt-quatre heures, il brunit sensiblement, et l'on trouve dans la liqueur, qui est tout à fait incolore, 0,022 de peroxide de fer, et 0,018 d'oxide de manganèse alumineux. Si on le traite par de l'acide nitrique concentré et bouillant, on a encore une liqueur incolore, et il se dissout 0,11 de peroxide de fer, d'alumine et de magnésie, et 0,03 de protoxide de manganèse. Enfin, en le traitant par l'acide muriatique bouillant, il y a dégagement de chlore, et il ne reste que de l'argile sableuse mêlée de silice gélatineuse.

Il est évident, d'après ces faits, que le mi-

nerai de Ludwigsthal est un mélange d'hydrates de peroxide et de deutoxide de manganèse, contenant en outre de l'hydrate de peroxide de fer et un silicate d'alumine et de magnésie hydrex, très-aisément attaquable par les acides. Ce silicate ne doit pas contenir de protoxide de fer, car le minerai n'est pas du tout magnétique.

On n'a pas recherché la proportion relative du peroxide et du deutoxide de manganèse. On pourrait la déduire du résultat que produit l'acide nitrique bouillant. En effet, le deutoxide de manganèse se transformant par l'action de l'acide nitrique bouillant en peroxide insoluble et protoxide qui se dissout, dans la proportion de 0,55 du premier et de 0,45 du second, puisque le minerai de Ludwigsthal cède à cet acide 0,03 de protoxide, il doit contenir 0,066 de deutoxide; ces 0,066 de deutoxide équivalent à 0,062 d'oxide rouge, le minerai en contient 0,261; il y en a donc 0,199 qui proviennent de la décomposition du peroxide, il y a donc dans le minerai 0,226 de peroxide. D'après cela ce minerai contiendrait 0,073 d'hydrate de deutoxide, et 0,272 d'hydrate de peroxide.

35. *Sur les HYDRATES DE FER naturels*; par M. Kobbell. (Journ. d'Erdmann, 1834, p. 181.)

On a admis jusqu'ici, mais sans preuve, que les minéraux appelés *nadeleisenerz*, *göthite* et *lépidokrokite* ont la même composition que le fer hématite ou *brauneisenerz*. Les expériences que j'ai faites prouvent qu'il n'en est pas ainsi.

Nadeleisenerz. Breithaupt a désigné sous ce nom les cristaux de fer hydraté trouvés aux environs de Bristol, et qui ont été décrits par Philipps et Brooke. J'ai analysé des cristaux semblables qui viennent d'Oberkirchen, dans le pays d'Oldembourg. Ces cristaux forment des groupes bacillaires ou rayonnés, et sont tellement pressés, que l'on ne peut pas en mesurer les angles, mais ils ont un clivage parfait dans le sens de la diagonale, et ils sont évidemment identiques avec ceux de Bristol. Ils sont empâtés dans du fer oxydé rouge fibreux, qui par place en est nettement séparé; ils gisent sur du quartz dans les cavités de masses de calcédoine en boules. Leur pesanteur est de 4,214; leur dureté est à peine plus grande que celle de l'apatite; en masse ils sont brun foncé, mais leur poussière est d'un jaune-brun ou d'un jaune d'ocre; les lames minces sont translucides et elles ont un éclat imparfaitement diamantaire.

Par la calcination il s'en dégage de l'eau qui a une odeur empyreumatique, et qui a une faible réaction alcaline. J'y ai trouvé :

Peroxide de fer.	0,9053	Oxygène	2775
Eau.	0,0947		842

et une trace de silice. Ce résultat s'approche beaucoup des nombres qui correspondent à la formule Fe H , savoir :

Peroxide de fer.	0,8969
Eau.	0,1031

et la différence provient certainement du mélange d'une petite quantité d'oxide de fer anhy-

dre. Breithaupt a trouvé 0,10 à 0,11 d'eau dans la variété qu'il a examinée.

Göthite. On a appelé ainsi les cristaux en feuillets que l'on a trouvés au milieu de l'hématite, à Riserfeld, dans le pays de Nassau. Ces cristaux se clivent parfaitement dans le sens des feuillets: ils sont d'un rouge hyacinthe, mais leur poussière est jaune d'ocre. Leur éclat est imparfaitement diamantaire, et tire sur l'éclat du verre. Ils contiennent :

Peroxide de fer.	0,8635	oxygène	2647
Eau.	0,1158		1012
Silice.	0,0085		
Oxide de manganèse.	0,0051		
Oxide de cuivre.	0,0071		
	<hr/>		
			1,0000

Composition qui s'accorde avec la formule précédemment citée, en admettant la présence d'une petite quantité d'eau hygroscopique.

Lépidokrokite. Ce minéral, qui se trouve ordinairement en masses arrondies, de structure écaillée et fibreuse, se distingue des précédents par la couleur de sa poussière, qui est d'un jaune plus brun et tirant sur le rouge. La variété que j'ai examinée venait du Hellerterzug, dans le Westewald, et elle était accompagnée de psilomélane, qui s'y trouve même par place mêlé intimement. Elle m'a donné à l'analyse :

Peroxide de fer.	0,8565	oxygène	2626
Eau.	0,1150		1022
Silice.	0,0035		
Oxide de manganèse.	0,0250		
	<hr/>		
			1,0000

Ce qui s'accorde encore à très-peu près avec la formule $\overline{\text{Fe H}}$.

Stilpnosiderite ou *pecheisenerz* (fer oxidé piciforme). A l'état compacte, sa poussière est d'un jaune d'ocre, mais plus foncée que celle du *nadeleisenerz*; la variété venant du pays de Siegen contient :

Peroxyde de fer.	0,8287
Eau.	0,1346
Acide phosphorique.	0,0300
Silice	0,0067
	<hr/>
	1,0000

Comme l'hydrate, qui en fait la base, est mélangé avec une certaine quantité de phosphate, on ne peut pas savoir avec certitude quelle est la nature de cet hydrate; mais il est très-probable qu'il est identique avec les précédents.

Brauneisenerz (hématite brune). Toutes les analyses de l'hématite faites jusqu'à présent s'accordent avec la formule $\overline{\text{F}^2\text{e H}^3}$. J'ai trouvé dans une belle variété venant de $\overline{\text{Kamensk}}$:

Peroxyde de fer.	0,8338	oxygène	2556
Eau.	0,1501		1334
Silice.	0,0161		
	<hr/>		
	1,0000		

résultat qui concorde aussi avec cette formule.

Il y a donc dans la nature deux hydrates de fer différents, l'un, qui est fort rare, renferme 1 at. d'oxide et 1 at. d'eau; et l'autre, qui est au contraire commun, contient 2 at. d'oxide et 3 at. d'eau.

Outre ces deux hydrates naturels, il y en a encore un troisième, que l'on obtient artificiellement

en précipitant une dissolution d'oxide de fer par l'ammoniaque caustique, et qui contient 0,1851 d'eau, ou 2 at. pour 1 at. d'oxide.

36. *Observations sur la formation de quelques MINÉRAIS DE FER*; par M. Kindler. (An. de Pog., 1836, II. I.)

On remarque que les racines d'arbres qui ont poussé dans un sable ferrugineux, et qui pourrissent sur place, déterminent au bout d'un certain temps la décoloration du sable qui les entoure jusqu'à une assez grande distance, sans doute parce qu'elles donnent naissance à un acide organique qui a la faculté de dissoudre l'oxide de fer. D'abord la couche de sable, qui entoure immédiatement la racine, devient brunâtre, puis rose, puis blanche, et l'effet d'une racine de deux lignes s'étend jusqu'à un ou deux pouces. Dans les forêts et les jardins, on voit le sable décoloré sous les feuillages en putréfaction. L'eau dissout le sel de fer formé, mais ce sel paraît être décomposé par les plantes en végétation qui lui enlèvent l'acide organique; le fer, à l'état d'oxide, s'accumule alors sur le sol, d'où il est entraîné dans les vallées et dans les fonds marécageux, ce qui donne naissance aux amas de fer limoneux ou minéral des marais. Telle est, sans aucun doute, l'origine des minerais de la Silésie et de la Lusace, qui alimentent les usines de ces contrées.

37. *Analyse de trois PYRITES MAGNÉTIQUES du Valais*; par M. P. Berthier.

Ces trois pyrites se trouvent, à ce qu'il paraît, en assez grande abondance aux environs de Sion, dans la montagne de Lalliat, vallée de Bâgé.

Elles diffèrent sensiblement par leur aspect, et plus encore par leurs propriétés magnétiques.

La première fait tourner très-rapidement l'aiguille aimantée. Elle est compacte, à cassure plate et brillante. Pour l'analyser on l'a traitée par l'acide muriatique, qui l'a facilement attaquée, avec dégagement de gaz hydrogène sulfuré et dépôt de soufre en grumeaux visqueux noirs; on a bien desséché le résidu, on l'a pesé, on l'a fait chauffer avec une dissolution de potasse qui a séparé le soufre, on a bien lavé le résidu, et on en a pris le poids, ce qui a permis de déterminer la proportion du soufre par différence. On a eu

Protosulfure de fer dissous.	0,908
Soufre déposé.	0,045
Pyrite de fer un peu cuivreuse.	0,010
Quartz.	0,037
	<hr/>
	1,000

D'après cela la partie attaquée devait être composée de

Fer.	0,598	Protosulfure de fer.	0,835
Soufre.	0,402	Persulfure de fer.	0,165
	<hr/>		
	1,000		

Quand on fond cette pyrite dans un creuset brasqué, elle se change en protosulfure pur très-magnétique, et soluble dans l'acide muriatique sans résidu de soufre.

La seconde pyrite est très-sensiblement magnétique, mais beaucoup moins que la première, et elle l'est plus dans certaines parties que dans d'autres. Elle est en gros morceaux compactes, formés d'une substance pierreuse et charbonneuse noire, et de pyrite homogène ayant tout à fait la couleur et l'aspect de la pyrite blanche. Ces deux substances sont comme brouillées ensemble, et cependant distinctes. L'analyse a donné :

Protosulfure de fer.	0,642
Soufre déposé.	0,028
Pyrite un peu cuivreuse.	0,050
Roche terreuse noire.	0,280
	<hr/>
	1,000

La partie attaquable doit donc contenir :

Fer.	0,61	Protosulfure de fer.	0,896	8 at.	12 at.
Soufre.	0,39	Persulfure de fer.	0,104	1	1
	<hr/>		<hr/>		
	1,00		1,000		

La troisième pyrite est en grosses masses d'un jaune de bronze très-éclatant, et elle est tachée de parties qui tirent sur le jaune de laiton, et qui renferment probablement du cuivre pyriteux. Ces masses sont un peu bulleuses, et elles sont remplies de grains pierreux, les uns lamelleux, gris ou blancs, et les autres compactes, à cassure conchoïde luisante, qui sont probablement du quartz. Cette texture donne au minéral l'apparence d'un poudingue à pâte de pyrite. Ce qui rend cette pyrite remarquable, c'est qu'elle est à peu près complètement privée de la vertu magnétique; car c'est à peine si l'on peut apercevoir le léger mouvement qu'elle communique à une ai-

guille aimantée très-sensible. Sa composition est à peu près la même que celle de la pyrite précédente : effectivement, on a trouvé qu'en faisant abstraction des 0,15 à 0,16 de matières étrangères dont elle est mélangée, elle laisse déposer 0,029 de soufre dans l'acide muriatique.

Ces analyses font voir que la propriété magnétique dont sont douées la plupart des pyrites non saturées de soufre, ne tient pas uniquement à leur composition, mais qu'elle doit dépendre en même temps de circonstances physiques qui n'ont pas encore été appréciées.

38. *Analyse de la LIÉVRITE de Hongrie*; par M. Wehrle. (Compte rendu de Berzélius, 1835.)

La liévrite a été rencontrée par Zipner, dans la montagne de Kecseker, près du village de Szarrasko. Elle est en masses compactes, friables, d'un noir un peu verdâtre. Sa pesanteur est de 3,90, et sa dureté de 6,2. Elle est composée de :

Silice.	0,3460
Peroxyde de fer.	0,4238
Protoxyde de fer.	0,1578
Chaux.	0,0584
Oxyde de manganèse.	0,0028
Alumine.	0,0012
Eau.	0,0100
	<hr/>
	1,0000

Sa formule est par conséquent (C, f) $S+3FS$.

39. *Analyse de deux FONTES TRÈS-ARSENIÉES, provenant d'Alger*; par M. P. Berthier.

Lors de la conquête d'Alger, il s'est trouvé parmi les matériaux que renfermait l'arsenal de la Casaba, des bombes et des boulets que l'on ne pouvait pas employer en nature, et que l'on a importés en France, pour les refondre et les mouler en projectiles de calibre, ou pour les convertir en fer. Mais l'on a bientôt reconnu qu'il était impossible d'en tirer aucun parti, tant la fonte était de mauvaise qualité.

J'ai examiné séparément les bombes et les boulets. Le fragment de bombe qui m'a été remis était épais de 3 centimètres, à cassure lamelleuse, à lames éclatantes étroites, traversant le morceau perpendiculairement aux faces de moulage, présentant çà et là des cavités arrondies et ovales assez grandes. Sa couleur était le gris-blanc; il était très-fragile, et il a été facile de le réduire en poudre fine. Sa pesanteur spécifique a été trouvée de 7,585.

Les boulets sont encore plus fragiles que les bombes. Avec quelque attention on parvient aisément à les rompre suivant un plan diamètre, et alors on voit qu'ils présentent une cassure rayonnée, à rayons partant du centre et aboutissant à la circonférence, absolument comme les nodules de pyrites blanches. Ces boulets sont raboteux et picotés à la surface, et presque toujours ils sont caverneux. La pesanteur d'un fragment a été trouvée de 7,65.

Ces fontes ne renferment que de l'arsenic et du carbone dans la proportion suivante :

	Bombes.	Boulets.
Arsenic.	0,098	0,270
Carbone.	0,015	0,010
	<u>0,113</u>	<u>0,280</u>

Elles ne contiennent ni soufre, ni manganèse, ni cuivre, ni silicium.

Lorsqu'on les fait bouillir dans de l'acide muriatique, l'arsenic passe tout entier à l'état d'arseniure de fer FA^2 , sous forme d'une poudre noire grenue, sans qu'il se dégage d'hydrogène arsenié. Cette poudre ne s'oxide que très-lentement et très-difficilement à l'air, même après qu'on l'a imbibée d'acide muriatique.

Les deux fontes s'oxident très-rapidement lorsqu'on les expose à l'action atmosphérique en les humectant fréquemment avec de l'eau; mais quand ensuite on traite la matière oxidée par l'acide muriatique, le charbon reste mélangé avec une grande quantité d'arseniure de fer, et l'on ne trouve pas du tout d'arsenic dans la dissolution, ce qui montre qu'il ne se forme pas d'arseniate pendant l'oxidation.

Je me suis servi du brôme pour doser le carbone. Les deux fontes s'y dissolvent très-prompement. Le carbone reste à la vérité mêlé avec une petite quantité d'arseniate de fer; mais on en sépare aisément ce sel à l'aide d'une petite quantité d'acide muriatique.

On remarque que ces fontes contiennent beaucoup moins de carbone que les fontes ordinaires, même celles qui sont de la plus mauvaise qualité, et qu'elles en contiennent d'autant moins qu'elles renferment plus d'arsenic.

D'après la forme des bombes, les officiers d'ar-

tillerie croient pouvoir affirmer que ces fontes ont été moulées en Espagne; mais on ignore absolument à quelle époque et dans quelle province; on ne sait par conséquent pas non plus avec quels minerais elles ont été préparées. Ce ne peut être avec du mispickel, puisque l'on n'y trouve pas trace de soufre. Il faut qu'il existe quelque part, en Espagne, des dépôts abondants d'arseniure ou d'arseniate de fer, minéraux qui ne se sont rencontrés jusqu'ici que dans un très-petit nombre de lieux, et très-rarement en grande quantité.

40. *Analyse du SULFATE DE FER de Nordhausen;*
par M. P. Berthier.

Ce sel est celui dont on se sert à Nordhausen pour préparer l'acide sulfurique fumant; il est en morceaux amorphes, à cassure grenue, blanc à l'intérieur, et d'un jaune de soufre à l'extérieur; il se dissout dans l'eau sans laisser de résidu, et la liqueur est incolore. Chauffé jusqu'au rouge naissant dans un creuset de platine, il éprouve une demi-fusion, et il perd au moins 0,35 d'eau, sans qu'il se dégage d'acide sulfureux ni d'acide sulfurique. Il est composé de:

Peroxide de fer.	0,165
Protoxide de fer.	0,085
Acide sulfurique.	0,344
Eau.	0,406
	<u>1,000</u>

C'est un mélange de sulfate de protoxide et de sulfate de peroxide de fer, neutres l'un et

l'autre. C'est probablement le produit de l'évaporation de dissolutions de sulfate de fer qui sont longtemps restées exposées à l'air.

On a donné ce sel comme ayant été calciné au four à réverbère; mais la grande quantité d'eau qu'il renferme porte à croire qu'il n'avait été que desséché dans les chaudières.

41. *Analyse du BIARSENIURE DE NICKEL du Valais; par M. P. Berthier.*

Ce minéral vient des environs de Sion. Il se trouve dans la vallée d'Annivier, au lieu dit la Liapine, au-dessus du grand pré, commune d'Ayer. On dit qu'il existe en assez grande abondance. J'ignore les circonstances de son gisement.

Il a absolument le même aspect que le cobalt arsenical; il est d'un gris-blanc éclatant, à cassure grenue ou laminaire, à très-petites lames. Il a pour gangue de la chaux carbonatée laminaire grisâtre, et il est mêlé dans diverses parties de sa masse de kupfernichel rougeâtre, qui s'y trouve tantôt en veinules, et tantôt en petits amas que l'on peut séparer à l'état de pureté par le triage.

Pour l'analyser, on a commencé par en séparer le carbonate de chaux au moyen de l'acide muriatique; puis, 1° on a traité une certaine quantité de minéral purifié par l'eau régale; on a ajouté à la liqueur une dissolution, également faite dans l'eau régale, d'un poids de fer métallique égal à celui du minéral. On a précipité tout l'oxide de fer et tout l'acide arsenique contenus dans

le mélange des deux dissolutions, au moyen du carbonate de soude employé sans excès; puis, en faisant bouillir avec un excès de ce même carbonate, on a précipité le nickel et le cobalt ensemble, et on les a séparés ensuite l'un de l'autre au moyen de l'acide oxalique, etc.

2° On a fondu au creuset d'argent une autre portion de minéral, avec 2½ p. de nitre et 4 p. de carbonate de soude pur; on a lavé la matière dans l'eau bouillante, et on a recherché dans la liqueur l'acide sulfurique et l'acide arsenique; elle ne contenait pas du tout d'antimoine. Le résidu du lavage se composait d'oxides de fer, de nickel et de cobalt. On a séparé ces trois oxides les uns des autres par les procédés ordinaires. Le résultat de l'analyse a été:

Nickel.	0,2675	} 0,3208
Cobalt.	0,0393	
Fer.	0,0140	
Soufre.	0,0290	
Arsenic (par différence). . .	0,6502	
	1,0000	

Le biarseniure de nickel renfermant 0,72 d'arsenic, le minéral du Valais doit être un mélange de ce biarseniure et d'une certaine quantité d'arsenio-sulfures de nickel, de cobalt et de fer.

Lorsqu'on chauffe ce minéral à la température d'un essai de fer, avec un peu de borax, il perd 0,436 de son poids. En supposant que tout le soufre se dégage, le culot doit contenir:

Nickel, cobalt et fer.	0,3208 — 0,569
Arsenic.	0,2432 — 0,431

Or, l'arseniure (N, C, F)²A contiendrait 0,39 d'arsenic, l'arseniure (N, C, F)³A² en contien-

drait 0,46, le résultat est donc intermédiaire. Le dernier terme de la décomposition est l'arseniure (N, C, F)²A.

Le kupfernichel qui accompagne ce minerai, contient 0,04 de soufre; mais il ne renferme que 0,03 d'antimoine, et l'on n'y trouve qu'une très-petite proportion de cobalt.

42. *Analyse d'un SPEISS DE COBALT de l'Erzgebirge, en Bohême; par M. Anthon. (Journ. d'Erdmann, 1836.)*

Ce speiss contient :

Soufre.	0,069
Bismuth.	0,215
Arsenic.	0,299
Cuivre.	0,015
Fer.	0,011
Nickel.	0,362
Cobalt.	0,013
	<hr/>
	0,984

Il est de très-mauvaise qualité.

43. *Analyse de la TENNANTITE; par M. Kuder-natsch. (Ann. de Pog., t. 38.)*

La tennantite, analysée par le chlore, m'a donné :

Soufre.	0,2776
Arsenic.	0,1910
Cuivre.	0,4894
Fer.	0,0357
Quartz.	0,0008
	<hr/>
	0,9945

Si l'on calcule sa composition, en supposant qu'elle se rapporte à la formule du fahlerz :



on trouve :

Soufre.	0,2867
Arsenic.	0,1914
Cuivre.	0,4297
Fer.	0,0922
	<hr/>
	1,0000

D'où l'on voit que, d'après le résultat de l'analyse, il y a trop de cuivre et trop peu de fer; mais cette anomalie disparaît si l'on suppose, comme M. H. Rose l'a fait, qu'une partie du cuivre est à l'état de bisulfure, Cu remplace le sulfure de fer. Dans cette supposition, la formule du fahlerz devient :



La tennantite considérée comme un fahlerz, est remarquable en ce qu'elle nous offre le premier exemple d'une espèce de cette famille exempte d'antimoine, et aussi en ce qu'elle ne renferme pas de zinc.

44. *Analyse d'un minerai de cuivre du Pérou;*
par M. P. Berthier.

Ce minerai provient des environs de Pasco. Il a été envoyé au laboratoire par M. Mariano de Rivero. Il est compacte, mais non homogène; on y voit des parties d'un brun foncé, à cassure unie luisante, qui paraissent être de l'hydrate de fer; d'autres parties d'un jaune d'ocre mate, qui sont de même nature, et des parties couleur vert-de-gris pâle, qui constituent le minerai de cuivre pur. Mais ces matières sont mélangées entre elles en toutes proportions, et de telle manière, qu'il n'est pas possible d'en faire le triage. L'analyse a donné :

Oxide de cuivre.	0,405
Acide sulfurique.	0,055
Silice gélatineuse.	0,068
Eau.	0,193
Peroxyde de fer.	0,165
Pyrites, etc.	0,056
Argile.	0,058
	1,000

Lorsqu'on fait digérer ce minerai dans du carbonat d'ammoniaque, il se dissout 0,29 d'oxide de cuivre au moins avec tout l'acide sulfurique, et le résidu desséché ne pèse que 0,51. En le faisant bouillir dans de l'acide acétique le résultat est le même, en sorte que, dans les deux cas, le sous-sulfate de cuivre seul se dissout. La potasse liquide l'attaque en partie en lui enlevant l'acide sulfurique, et 0,02 environ de silice, mais elle ne le décompose pas tout à fait, car l'acide nitrique ne peut

pas ensuite dissoudre la totalité de l'oxide de cuivre.

Il paraît résulter de ces faits, que le minerai de Pasco est un mélange de sous-sulfate et de silicate de cuivre, avec de l'hydrate de fer, de la pyrite et de l'argile. Dans le sous-sulfate, l'oxide de cuivre paraît contenir deux fois autant d'oxygène que l'acide, sel qui ne s'est pas encore rencontré isolé. Quant au silicate, il est probablement identique avec le kieselmalachite.

45. *Analyse de la BLENDE CADMIFÈRE, de Przibram;* par M. Löve. (Ann. de Pog., t. 38.)

Cette blende se trouve dans les filons de galène argentifère de Przibram, en Bohême. Ces filons traversent une grauwacke grenue, et renferment des pyrites, de la chaux carbonatée et de la baryte sulfatée. La blende est rayonnée et brune. Elle contient :

Zinc.	0,6262
Fer.	0,0220
Cadmium.	0,0178
Soufre.	0,3275
	0,9935

46. *Sur l'analyse du BRONZE;* par le colonel Sobrero. (Ann. de Ch., t. 61, p. 171.)

Le procédé d'analyse, généralement adopté jusqu'à ce jour, consiste à traiter l'alliage par l'acide

nitrique à 22°; le cuivre est dissous, et l'étain reste à l'état de peroxide, dont le poids fait connaître celui du métal qu'il contient. Mais ce procédé n'est pas très-exact; l'oxide d'étain entraîne avec lui une certaine quantité de cuivre, qu'il est très-difficile d'en séparer, et qui varie suivant que l'acide est plus ou moins concentré, et probablement d'après des circonstances de manipulation. Le colonel Sobrero, au lieu de traiter le bronze par l'acide nitrique, le traite par le chlore sec. Les deux métaux sont convertis en chlorides; celui d'étain, qui est très-volatil, est reçu dans un récipient, et celui de cuivre reste dans l'appareil. La manière d'opérer est d'ailleurs très-simple; l'alliage, du poids de deux à trois grammes, est mis dans une boule soufflée sur un tube d'environ six millimètres de diamètre; l'un des bouts du tube communique avec un tube rempli de chlorure de calcium destiné à dessécher le chlore; l'autre bout, dont la longueur doit être au moins de 15 centimètres, est effilé, et s'engage dans un petit ballon à tubulure, où doit se condenser le chlorure d'étain. L'excès de chlore se dégage par la tubulure du ballon au moyen d'un tube qui le conduit dans un lait de chaux. Si le dégagement du chlore était trop rapide, la boule renfermant l'alliage s'échaufferait trop; il y aurait ébullition, et du chlorure de cuivre serait projeté. Il convient, pour éviter cet inconvénient, de tenir la boule froide en l'enveloppant d'un linge mouillé; mais vers la fin de l'opération, où l'action est beaucoup ralentie, il faut au contraire l'échauffer. L'opération terminée, on sépare la boule de ces deux tubes, et on la plonge dans de l'acide nitrique affaibli. Lorsque tout le chlorure de cuivre est

dissous, on fait évaporer la dissolution presque à sec; on ajoute une nouvelle quantité d'acide, et on évapore encore. Le but de ces opérations est d'expulser l'acide hydrochlorique, et de séparer le peu d'étain qui reste ordinairement dans la boule avec le chlorure de cuivre. Après la séparation de cet oxide et les lavages convenables, on concentre la dissolution cuivreuse, et on précipite le métal, non pas avec la potasse, comme c'est l'usage, mais avec le carbonate de potasse ou de soude, en le mettant goutte à goutte, particulièrement vers la fin, pour ne pas dépasser le point de saturation. On obtient ainsi, au lieu d'un oxide adhérent au filtre et difficile à laver, son carbonate, qui se lave très-facilement, et duquel une température d'un rouge obscur sépare complètement l'acide carbonique. L'étain peut être connu directement d'après le poids du chlorure d'étain, mais cela suppose que l'on a eu soin de le condenser exactement dans son récipient (1).

Ce procédé d'analyse est applicable aux alliages de cuivre et d'étain qui contiendraient de l'antimoine, du plomb, du zinc et même du fer. Il serait bon d'avoir deux boules soufflées sur le même tube, l'une pour contenir l'alliage, et l'autre pour y recevoir le chlorure de fer. Le chlorure d'antimoine serait entraîné avec celui d'étain; mais en délayant dans l'eau, l'antimoine se précipiterait en acide antimonique.

Le colonel Sobrero a préparé de l'étain parfaitement pur en faisant du chlorure, et le décom-

(1) Ne vaudrait-il pas mieux recevoir le chlorure d'étain dans l'eau, et le décomposer par l'ammoniaque? (*Trad.*)

posant par l'ammoniaque, après l'avoir dissous dans l'eau. L'oxide d'étain obtenu a été réduit avec de la résine et un peu de borax. En composant un bronze avec 11 de cet étain et 100 de cuivre, et l'analysant au moyen de l'acide nitrique par le procédé ordinaire, il a trouvé que la quantité à retrancher de l'étain donné par l'analyse, pour en avoir l'exacte proportion, est de 1; c'est-à-dire que, si on trouve 12 d'étain, il faudra seulement prendre 11. Mais cette correction ne varierait-elle pas pour différentes manipulations?

(*Mém. de l'Acad. roy. de Turin*, t. 38.)

47. *Analyse du ZINC et du SULFATE DE ZINC de Munich*; par M. Wittstein. (*Journ. de Phar.*, t. 22, p. 667.)

Le zinc que l'on emploie à Munich renferme:

Plomb.	0,0091
Cadmium.	0,0016
Fer.	0,0017
	0,0124

Le sulfate de zinc contient:

Oxide de zinc.	0,2220
Protoxide de manganèse.	0,0158
Protoxide de fer.	0,0170
Magnésie.	0,0188
Acide sulfurique.	0,2948
Eau.	0,4220
	0,9904

48. *Analyse d'un ÉTAÏN allié*; par M. P. Berthier.

Cet alliage est employé pour la gravure de la musique. Il est en feuilles de 2 à 3 millimètres d'épaisseur, d'un beau poli, et d'une couleur intermédiaire entre le blanc d'étain et le gris de plomb. Par le frottement il exhale l'odeur de l'étain, mais beaucoup moins fortement que l'étain pur. On peut le plier deux ou trois fois sur lui-même, mais il se déchire assez aisément, et il ne crie pas; sa cassure est comme fibreuse. Il se laisse réduire en feuilles extrêmement minces au laminoir.

Lorsqu'on le traite par l'acide muriatique concentré et bouillant, il est à peu près complètement attaqué, et il se fait un dépôt cristallin de chlorure de plomb; mais quand on emploie le même acide à froid, et qu'on arrête l'opération avant que le métal soit complètement attaqué, il reste un dépôt noir grisâtre mat, et l'on n'aperçoit pas de chlorure de plomb. Cependant, en filtrant et lavant, l'eau entraîne pendant longtemps en dissolution une assez grande quantité de ce chlorure, dont la formation paraît être due au contact simultané de l'air et de l'acide muriatique. L'antimoine que renferme l'alliage reste à peu près en totalité avec le plomb non attaqué.

Pour doser le plomb, on a dissout une certaine quantité de cet alliage dans l'acide nitrique employé sans excès, et on a ajouté de l'acide sulfurique à la liqueur filtrée.

Pour doser l'antimoine, on a dissout une autre portion de l'alliage dans de l'acide muriatique,

que l'on a aiguisé de temps en temps avec un peu d'acide nitrique; on a rapproché pour séparer le chlorure de plomb, que l'on a lavé avec de l'acide faible, puis on a précipité l'antimoine au moyen d'une lame d'étain. On l'a redissout ensuite dans l'eau régale, et au moyen de l'hydrosulfate d'ammoniaque employé en excès, on a reconnu qu'il ne contenait qu'une très-petite quantité de plomb, que l'on a dosé. L'analyse a donné :

Etain.	0,600
Plomb.	0,346
Antimoine. . . .	0,054
Cuivre.	trace.

1,000

Ce qui revient à peu près à 1 atome de plomb pour 3 atomes d'étain et d'antimoine.

49. *Analyse d'une substance employée pour colorer la porcelaine en pourpre; par M. Malagutti. (Ann. de Ch., t. 61, p. 433.) Voyez Ann. des Mines, t. 9.*

Les faïenciers anglais ornent depuis plusieurs années leur belle faïence fine, dite *cron-stone*, avec des dessins imprimés en une couleur d'un rouge purpurin très-agréable, qu'ils nomment *pink colour*. J'ai trouvé cette matière composée de :

Acide stannique.	0,780
Chaux.	0,150
Silice.	0,030 à 0,040
Alumine.	0,020
Oxide de chrome.	0,005
Chromate de chaux ou de potasse.	0,003

0,988

En combinant ensemble par une forte calcination 100 d'acide stannique, 34 de craie, 1 à 1½ d'oxide de chrome, ou 3 à 4 de chromate de potasse cristallisé, on obtient une couleur toute semblable. On peut y ajouter, si l'on veut, 5 de silice et 1 d'alumine. La masse est d'un rouge sale; mais elle devient d'un beau rose après qu'elle a été lavée avec de l'eau faiblement acidulée avec de l'acide muriatique.

Les expériences que j'ai faites m'ont montré 1° que l'acide stannique n'est coloré par le chromate de potasse ou par l'oxide de chrome à la chaleur rouge, que lorsqu'on y ajoute de la chaux; 2° que la silice et l'alumine, sans être indispensables, rehaussent la couleur, et la font tourner au violet; 3° et que plus on met de chaux et de chromate de potasse ou d'oxide de chrome, plus la couleur est foncée, et qu'elle arrive même graduellement au brun-marron.

Si l'on chauffe à 150° p. un mélange de 100 d'acide stannique et 2 d'oxide de chrome, on a une matière composée de petits grains vitreux d'une superbe couleur lilas. Cette matière, que je nomme *laque minérale*, résiste à tous les agents destructeurs, et peut être appliquée, non-seulement à la coloration des papiers peints et de la faïence sous couverte, mais encore aussi à la peinture à l'huile, remplaçant le mélange de laques végétales que les peintres sont obligés de faire pour obtenir une pareille nuance.

La question de savoir à quel état se trouve le chrome dans le *pink colour* et dans la *laque minérale* est difficile à résoudre. Néanmoins, tout me porte à croire qu'il est à l'état d'oxide, et non à l'état d'acide dans la préparation du *pink colour*.

La présence de la chaux supplée à la température à laquelle on a recours dans la fabrication de la laque minérale, pour déterminer la combinaison de l'oxide de chrome avec l'acide stannique.

Les principales considérations sur lesquelles je fonde mon opinion sont les suivantes: 1° il y a beaucoup de sels de chrome qui sont violets; l'un de chrome, fondu dans son eau de cristallisation, est vert, mais il devient lilas si on le chauffe à une légère chaleur rouge; 2° l'oxide de chrome, chauffé dans le vide avec de l'acide stannique et de la chaux, donne du pink colour; 3° l'acide stannique, qui peut être faiblement coloré par l'oxide de chrome à la chaleur rouge clair, est inattaquable par l'acide muriatique, tandis que le pink colour, après qu'il a été lavé par de l'eau acidulée, est attaqué par cet acide, de telle sorte, qu'il dissout la totalité de la chaux, la presque totalité de l'oxide de chrome, et une proportion telle d'acide stannique, qu'elle contient un stannate neutre de chaux; 4° lorsque l'on calcine de la chaux avec de l'oxide de chrome au contact de l'air, il se forme du chromate de chaux et une combinaison de cette terre et d'oxide de chrome soluble dans les acides faibles, d'où les alcalis la précipitent à froid.

50. *Analyse d'un PHOSPHATE DOUBLE DE PLOMB ET DE CHAUX*; par M. Barüel. (Ann. de Ch., t. 62, p. 217.)

Ce minerai a été découvert dans la mine de Nussière, près Beaujeu, par M. Danhauser. Il

est tantôt en cristaux rhomboédriques très-obtus, presque lenticulaires, tantôt en mamelons. Sa cassure est un peu esquilleuse; son éclat est gras et faible; sa couleur jaune, verdâtre ou grisâtre; sa poussière est d'un blanc jaunâtre. Sa densité est de 5,0415. Il repose sur du quartz hyalin. J'ai trouvé la variété mamelonée composée de :

Quartz.	0,0720	
Chlorure de plomb.	0,0765	oxygène.
Oxide de plomb.	0,4650	0,0330
Chaux.	0,1230	0,0345
Protoxide de fer.	0,0244	0,0055
Acide phosphorique.	0,1980	0,1110
Acide arsenique.	0,0406	0,0141
	<hr/>	
	0,9995	

D'après ces données, il doit être considéré comme formé de :

Quartz mélangé.	0,0720	
Chlorure de plomb (Cl Pb)	0,0765	1 atome.
Phosphate de plomb ($\overset{\cdot\cdot}{\text{P}}\text{Pb}^3$)	0,5640	7
Phosphate de chaux ($\overset{\cdot\cdot}{\text{P}}\text{Ca}^3$)	0,2220	7
Arseniate de fer ($\overset{\cdot\cdot}{\text{As}}\text{Fe}^2$)	0,0650	2

51. *Essai d'un minerai de plomb très-riche en ARGENT, de Pontgibault (Puy-de-Dôme)*; par M. P. Berthier.

Ce minerai a été découvert depuis peu de temps dans le filon des Rosiers. Il se compose de galène à petites facettes, disséminée dans une gangue pierreuse blanche, et accompagnée d'une

substance noire et mate peu abondante. Fondu avec 5 p. de litharge, il donne 1,7 de plomb et une scorie cristalline grisâtre et opaque. Le culot de plomb laisse par la coupellation 0,032 d'argent.

En traitant ce minerai par l'acide muriatique concentré, et lavant à grande eau, on dissout tout le plomb. Le résidu est gris, et l'ammoniaque ne lui enlève qu'une très-petite quantité d'argent, et lorsqu'ensuite on le traite par l'acide nitrique pur, tout l'argent se dissout avec une quantité notable de cuivre. Il paraît résulter de là que l'argent contenu dans le minerai de Pontgibaut n'y est que pour la plus petite partie à l'état de sulfure combiné avec la galène, et qu'il forme avec le cuivre un composé particulier, qui est probablement un sulfure double, ou peut-être un cuivre gris.

52. *Analyse d'un* PLOMB CARBONATÉ ARGENTIFÈRE *d'Alloüe*; par M. P. Berthier.

Il existe dans les mines d'Alloüe, département de la Charente, arrondissement de Confolens, un filon qui a été jusqu'ici peu exploré, et qui renferme un minerai de plomb carbonaté remarquable en ce qu'il est très-argentifère.

Ce minerai est en masses poreuses concrétionnées et comme scoriacées, de couleur gris pâle, nuancé de jaune fauve; il est mêlé de galène laminaire ou fibreuse. Cette galène, exactement séparée de sa gangue, donne 0,0012 d'argent à l'essai. La gangue carbonatée, fondue avec 2 p. de

flux noir, produit 0,50 de plomb, qui, par coupellation, laisse 0,0013 d'argent.

Lorsqu'on fait bouillir le minerai brut dans de l'acide acétique, il y a un résidu de 0,26 de galène mélangée d'une petite quantité d'oxide de fer. La dissolution acétique ne contient que du plomb et du zinc, et ne renferme pas la plus petite trace d'argent. La galène pure en contient 0,00125.

L'analyse du minerai brut donne :

Galène et oxide de fer.	0,257
Carbonate de plomb.	0,447
Carbonate de zinc.	0,296
	1,000

On voit d'après ces essais que ce minerai est imprégné dans toutes ses parties d'une certaine quantité d'argent, qui s'y trouve partout dans la même proportion; il est probable qu'il y est à l'état de sulfure.

Quand on fond le minerai sans addition, on en obtient 0,30 de plomb métallique, et une scorie compacte translucide et jaunâtre, dans laquelle il ne reste que très-peu d'argent. C'est de cette manière qu'il faudrait le traiter en grand; on en extrairait ainsi du plomb, qui contiendrait 0,0033 d'argent, ou 5 onces au quintal ancien, et en refondant ensuite les scories avec une très-petite proportion de charbon, elles donneraient encore du plomb qui entraînerait le reste de l'argent. Quant aux scories qui résulteraient de cette seconde fusion, il serait possible d'en extraire du zinc en les distillant dans des tuyaux de terre avec du charbon.

53. *Aperçu sur la composition du WEISSGÜLTIGERZ CLAIR de la mine d'Himmelsfahrt en Saxe; par M. Fournet. (An. de ch., t. 62, p. 242.)*

Au chalumeau ce minéral, comme la bournonite, décrépité vivement à la première impression du feu, et si les fragments sont introduits dans un tube de verre mince, ils éprouvent la fusion ignée, sans aucun dégagement de fumée, à une température incapable de ramollir le verre, ce qui établit une différence tranchée avec les fahlerz qui résistent à la fusion jusqu'après le ramollissement du verre, et dégagent toujours une fumée plus ou moins abondante, suivant qu'ils sont antimonialux ou arsenicaux.

Sur le charbon, la bournonite et le weissgültigerz dégagent une abondante fumée jaune et blanche, et, par l'insufflation, la bournonite laisse du cuivre, et le weissgültigerz de l'argent. Soupçonnant d'après ces caractères que le weissgültigerz était une bournonite dans laquelle le cuivre est remplacé par de l'argent, j'ai recherché avec un soin minutieux la proportion de ce métal, contenue dans la petite quantité de minéral dont je pouvais disposer, 1° en le scorifiant avec de la litharge, 2° en le traitant au chalumeau par la méthode de Freyberg, dont je crois à propos de donner ici une description succincte.

On prépare des rouleaux de papier à lettre trempé dans une dissolution concentrée de sous-carbonate de soude, afin de le rendre moins combustible. Ce papier est ensuite roulé autour

d'un mandrin pour lui donner la forme d'une cartouche dans laquelle on introduit la matière que l'on veut essayer, ainsi que son fondant. On place la cartouche remplie et fermée dans une cavité cylindrique de dimensions convenables faite dans un charbon de bonne qualité, et l'on fait agir le chalumeau. La cartouche se charbonne, mais elle résiste assez longtemps pour permettre au minéral et au fondant d'éprouver un commencement de fusion, et, cette fonte une fois effectuée, on n'a plus lieu de craindre de déperdition par décrépitation. On affine le culot en le soumettant à la coupellation. Les deux expériences m'ont donné exactement 0,20 d'argent.

Or, si dans la formule de la bournonite $\text{Cu}^3 \text{Sb} + 2 \text{Pb}^3 \text{Sb}$ on substitue à Cu son équivalent Ag, on arrive aux nombres suivants :

Soufre.	0,1785
Antimoine.	0,2385
Plomb.	0,3830
Argent.	0,2000
	1,0000

Ce qui donne exactement la quantité d'argent trouvée par l'expérience.

54. *Essai de quelques minerais d'ARGENT du Pérou*; par M. P. Berthier.

Ces minerais ont été envoyés de Lima au laboratoire par M. Mariano de Rivero, qui a suivi pendant trois ans les cours et les exercices de l'École des Mines en qualité d'élève externe étranger.

1° *Trois minerais de Pasco*. Ce sont des sables de couleur blonde, composés presque uniquement de quartz un peu ferrugineux, et desquels on peut extraire par le lavage des pyrites ferreuses et cuivreuses et du cuivre gris, mais en très-petite quantité. Ces sables donnent à l'essai 0,0012 à 0,0013 d'argent contenant une trace d'or.

2° *Pyrite de Pasco*. Elle est confusément cristallisée, radiée, d'un blanc à peine bronzé, présentant dans ses interstices, et à sa surface, une substance d'un rouge éclatant, qui paraît être du réalgar pur; fondue avec 30 p. de litharge, elle produit 6 de plomb; avec 15 p. de litharge et 1 p. de nitre elle produit 3,56 de plomb, qui par coupellation laisse 0,005 d'argent un peu aurifère.

3° *Galène*. Elle est disséminée en grandes lames dans une roche compacte, d'un gris pâle, et elle est accompagnée de cuivre pyriteux. La galène pure donne par coupellation directe 0,0036 d'argent contenant une trace d'or.

4° *Cuivre gris de Hualgaoc*. Il est en masse amorphe, sans gangue; sa cassure est inégale, et il montre dans quelques cavités des cristaux très-petits, mais bien formés; il est en outre mélangé çà et là de cuivre pyriteux. Fondu avec 15 p. de li-

tharge et 0,7 de nitre, il donne 2,5 de plomb, qui par coupellation laisse 0,0315 d'argent.

5° *Argent gris*. Il est compacte, à cassure inégale, ne présentant pas le moindre indice de cristallisation; sa couleur est le gris de fer métallique, mais sa poussière est d'un rouge de kermès assez clair. Il se trouve avec une roche compacte, argileuse, dure, qui offre çà et là des parties roses qui paraissent être du carbonate de manganèse, et il est mêlé avec une matière noire mate, qui doit sa couleur à de l'oxide de manganèse, et qu'il est très-difficile de séparer.

On a pris une certaine quantité de ce minerai, on l'a passé au travers d'un tamis de soie, on a recueilli ce qui est resté sur le tamis, et on a soumis au lavage à l'augette ce qui a passé au travers, en ayant soin de ne pas perdre les parties tenues ou légères entraînées par l'eau,

Le sable fondu avec 16 p. de litharge a donné 1,35 de plomb et 0,079 d'argent.

Le schlich, traité de la même manière, a produit 3,2 de plomb et 0,12 d'argent.

Enfin la partie légère a produit 2,5 de plomb et 0,09 d'argent.

J'ai analysé ce schlich; mais auparavant je l'ai purifié en le traitant d'abord par l'acide oxalique, qui a changé l'oxide de manganèse en oxalate, et ensuite par l'acide muriatique étendu, qui a dissous cet oxalate. Traité d'une part par le nitre au creuset d'argent, et dans une seconde expérience, par l'acide nitrique pur, il a donné :

Sulfure	0,210	
Argent	0,120	prenant soufre 0,0180
Cuivre	0,253	0,0635
Zinc	0,053	0,0265
Fer.	0,010	0,0050
Antimoine.	0,262	0,0980
Oxide de manganèse.	0,020	
Quartz	0,050	
	0,978	0,2110

Ce résultat ne s'accorde pas avec la formule de l'argent gris. Il se rapporterait plutôt à la formule d'une *bournonite*, dans laquelle le sulfure de plomb serait remplacé par du sulfure d'argent ou du sulfure de cuivre.

55. *Découverte de MINÉRAIS IODÉS au Mexique.*
(An. de ch., t. 62, p. 110.)

M. Del Rio a constaté l'existence de l'iode dans le minerai d'argent qui se trouve dans la montagne de Temeroso, département de Zacatecas, district de Albarradon.

M. Bustamente a aussi trouvé l'iode dans le plomb blanc de la mine de Catorce, située dans le département de Guanajuato.

56. *Composition de diverses monnaies antiques.*

Une monnaie en argent de Dioclétien pesant 39 grains était tout à fait pure. Une monnaie d'Adrien, pesant 40 grains, contenait 4 grains de cuivre, et $\frac{1}{2}$ de grain de plomb. Une pièce frap-

pée par les Saxons, et pesant 26 grains $\frac{1}{4}$, renfermait 12 grains de cuivre, 9 d'étain et 4 de plomb, le reste en argent. Une monnaie de cuivre du temps de Constantin ne renfermait qu'un peu de fer. Une monnaie des Ptolémées renfermait une quantité d'arsenic telle qu'elle se cassait sous le choc du marteau. Les monnaies frappées à Alexandrie, du temps des Romains, se composaient d'un alliage de cuivre, de zinc et d'arsenic. Les monnaies d'or de Crésus, roi de Lydie, étaient très-pâles, et se composaient d'or, d'argent, de cuivre et d'étain. On ne rencontre plus de monnaies de fer des Spartiates, ni de monnaies d'étain de Denis, et l'on ne rencontre que très-rarement les monnaies de plomb des Arméniens.

57. *Sur les MINES d'OR récemment exploitées dans l'Inde.* (J. of the asi. society.)

Les mines de Calicut, dans le gouvernement de Madras, sont connues depuis longtemps. Elles donnent environ 730 marcs d'or par an. Lesable ne renferme que 1 grain d'or sur 66 livres, tandis que les sables d'Afrique en renferment 36 grains.

La couche supérieure du sol se compose de terre végétale d'un brun foncé, épaisse d'un pied et demi environ; puis on trouve une couche de terre argileuse grise d'un pied, et un nouveau lit de terre végétale de quatre pieds. Au-dessous se présente une couche d'argile jaune très-dure qui repose sur un banc d'argile blanche, dans lequel on trouve les pierres métallifères. Ce sont des

blocs de nature siliceuse, de couleur noire, tirant sur la couleur de rouille; on y voit des stries parallèles, auxquelles adhère une substance vert jaunâtre, qui indique leur valeur aux yeux des naturels (cette substance jaunâtre paraît être de la pyrite).

Des femmes brisent les pierres métallifères sur le roc, et elles les réduisent en une poudre fine, qu'elles lavent ensuite sur une planche creuse.

MÉMOIRE

Sur la substitution dans les hauts-fourneaux du bois en partie carbonisé au charbon préparé en meule dans les forêts;

Par M. SAUVAGÉ, Élève-Ingénieur des mines.

On a cru pendant longtemps que le combustible destiné à produire la réduction des minerais de fer, et la fusion dans les hauts-fourneaux devait être exempt de matières volatiles, et se rapprocher par sa nature, autant que possible, de l'état de charbon pur. Les essais tentés dans quelques usines pour la substitution du bois cru ou simplement desséché, au charbon préparé en meules, ont fait voir que cette condition n'était point essentielle; qu'il n'était point nécessaire d'employer le combustible donnant le maximum de chaleur sous l'unité de volume, et qu'il y avait une économie notable à ne point pratiquer l'opération ordinaire de la carbonisation.

Le bois cru renfermant 25 p. $\frac{2}{100}$ d'eau et plus, on s'est occupé, dès les premiers essais faits en France, de le dessécher. A poids égal, le charbon produit deux fois plus de chaleur que le bois; à volume égal, cette différence est moins grande, quoique fort considérable. Pour le bois parfaitement sec, la différence des volumes qui produiraient la même quantité de chaleur est bien plus faible. Or, cette considération du volume est importante.

Il peut arriver que pour certains minerais, certaines dimensions de fourneau, et avec un vent déterminé, le volume de combustible dans l'emploi du bois sec se trouve trop considérable pour la masse à fondre, et ne produise pas assez de chaleur dans l'unité d'espace.

Aussi, dans quelques usines, ne s'est-on point contenté d'expulser simplement du bois l'eau hygrométrique, mais encore a-t-on cherché à en diminuer le volume en chassant une partie des matières volatiles. Cette expulsion ne peut, dans aucun cas, se faire sans perte d'éléments combustibles; et dès que le bois est parfaitement sec, tout ce qui se dégage par une application continuée de la chaleur possède un pouvoir calorifique; et ces matières, loin d'être *oxidantes*, réduiraient le minerai de fer. Par suite, les divers résidus de la distillation du bois sont de moins en moins riches en matières combustibles, bien que leur pouvoir calorifique, ou la quantité de chaleur que l'unité de poids de chacun d'eux peut produire, augmente progressivement.

Mais, quoiqu'il y ait perte de matière combustible, à partir du moment où l'eau est dégagée, comme le volume diminue, il en résulte que le nouveau combustible que l'on obtient, ou charbon roux, devient, à volumes égaux, susceptible de plus en plus de produire une quantité de chaleur plus considérable que le bois sec. On peut donc, dans chaque localité, se poser la question suivante :

Quel est, eu égard à toutes les considérations du minerai, du fourneau, etc., l'état auquel le bois doit être amené, et quelle réduction en volume et en poids doit-il subir?

Pour la solution de ce problème, deux moyens principaux se présentent : le premier consisterait à modifier la carbonisation en meules dans les forêts; et, au lieu de réduire le bois en un charbon qui ne dépasse pas en poids le cinquième de la masse qui le produit, il faudrait chercher à obtenir un charbon roux, qui occuperait, ou les deux tiers, ou la moitié, ou toute autre fraction du volume du bois, suivant l'espèce de combustible, que l'expérience indiquerait. Ce genre de carbonisation n'a point été tenté, et aucun essai n'a été fait jusqu'à ce jour, bien que d'heureux résultats soient à espérer.

Le second moyen consiste à amener le bois en nature à l'usine, et à lui faire subir un commencement de distillation en vases clos. Ce mode est le seul qui ait été essayé; et parmi les nombreuses applications faites jusqu'à présent de la chaleur perdue du gueulard, soit aux appareils à air chaud, soit à la cuisson de la chaux, des briques, etc., MM. Fauveau, maître de forges aux Bièvres (Ardennes), et Houzeau, l'un des industriels les plus distingués de la ville de Reims, ont disposé au-dessus du gueulard des vases clos, qu'ils échauffent par la flamme du haut-fourneau, après y avoir introduit en menus morceaux le bois qu'il se proposent de carboniser imparfaitement.

Cet emploi de la chaleur perdue a valu à MM. Fauveau et Houzeau un brevet d'invention.

Ce mode de dessiccation a l'avantage de ne pas employer, comme dans tous les autres procédés, une partie du bois à la préparation de l'autre, d'éviter les déchets dans les transports, dans les halles, etc.; mais il a contre lui le désavantage d'augmenter la dépense, du prix de transport de

toute la partie de bois que l'on volatilise, et qui peut être égale à plus de la moitié du poids total. Cet accroissement de dépense, relatif à la position de l'usine, à l'égard des forêts qui l'approvisionnent, pourra, dans certains cas, compenser le bénéfice résultant de l'emploi du bois.

Encouragés par le succès qui couronna les essais de M. Fauveau, plusieurs maîtres de forges adoptèrent ce mode de préparation du combustible, et tous portèrent leurs soins vers la construction de l'appareil à disposer au gueulard, en cherchant à perfectionner celui des Bièvres.

MM. Fort et Guillaume, à Haraucourt (Ardennes), se hâtèrent de monter à leur usine les fours à dessécher. M. Baudelot, leur contre-maître, apporta, dans la disposition générale et dans le mode de chauffage, des modifications ingénieuses, dont nous parlerons plus tard, qui permettent de régler à volonté le chauffage des fours, et de conduire, pour ainsi dire, la distillation avec autant de certitude qu'on le ferait en petit dans une expérience de laboratoire. L'usine de Haraucourt, renommée depuis son existence pour la bonne qualité de ses produits, est redevable à l'emploi du bois d'une amélioration dans la qualité de ses fontes, qui rend ses moulages encore plus beaux qu'autrefois.

C'est le procédé suivi à Haraucourt que je décrirai. C'est dans les fours de cette usine que j'ai fait, sur le bois, tous les essais que je mentionnerai.

MM. Fort et Guillaume ont bien voulu m'autoriser à suivre pendant plusieurs jours la marche du haut-fourneau, et M. Baudelot a mis la plus grande complaisance à me donner tous les rensei-

gnements. Je saisis cette occasion de les remercier. Toutes les évaluations numériques contenues dans ce mémoire peuvent être admises avec confiance. Je les ai faites moi-même pour la plupart; les autres m'ont été données par M. Guillaume, et j'ai toutes les raisons de répondre de leur exactitude.

Ce qui va suivre sera divisé en deux parties: dans la première je décrirai le procédé usité à Haraucourt, avec tous les chiffres relatifs à la marche du haut-fourneau; dans la seconde j'énumérerai les expériences faites sur les bois et charbons, dans l'usine et au laboratoire de Mézières.

PREMIÈRE PARTIE.

Les bois que l'on soumettait à la carbonisation, et qu'aujourd'hui on conduit en nature à l'usine, renferment environ $\frac{2}{3}$ d'essences tendres.

Bois.

Les principales essences sont: le hêtre, le chêne, le charme, le tremble et le saule. On admet généralement que la carbonisation en forêt produit 17 à 18 p. $\frac{2}{3}$ en poids de charbon; et que la corde rend le kilolitre. La corde de forge de cette contrée a les dimensions suivantes:

Huit p. sur 4 p. avec une longueur de bûches de 2 p. 10 po.

Elle représente un volume de 3^{me}, 11.

Des mesures directes, et la comparaison des divers résultats de la pratique, ont donné les nombres qui suivent:

Rendement moyen en poids. . . . 0,172.

Rendement moyen en volume. . . . 0,320.

Le stère rend 65 kilog. de charbon.

Le mètre cube de bois pèse. . . . 380 k.

Le mètre cube de charbon pèse. . . 203 k.
 D'autres évaluations avaient donné.
 Poids du mèt. cub. de charbons durs, 220 k.
 Poids du m. c. de charbons tendres, 180 k.
 En admettant le rapport de 2 : 3 pour celui des
 bois tendres au bois dur, on aurait en moyenne :
 Poids du mètre cube de charbon. . . 204 k.
 Enfin, une pesée directe a amené 205 k. pour
 le poids du même volume de charbon.
 Soit donc 205 k. le poids du mètre cube de ce
 combustible.

Minerai.

Le minerai est un peroxyde hydraté, en grains,
 pouvant rendre au haut-fourneau 32 à 34 p. $\frac{2}{100}$,
 on le mêle avec une faible quantité de castine ou
 carbonate de chaux de la localité.

Espèce
du produit.

On a cherché de tout temps à rendre l'allure
 du fourneau constante et uniforme. On ne fait
 aucune différence qu'il s'agisse d'une fonte de
 moulage ou d'une fonte de forge, et l'on prend
 indifféremment celle que produit le fourneau pour
 l'un de ces deux usages. Nous n'avons donc à faire
 aucune distinction à ce sujet. La fonte est tou-
 jours grise et bien liquide.

Marche au charbon de bois.

Le haut-fourneau marche au vent froid.

Quand on marchait au charbon seul, on faisait
 43 charges en 24 heures. La charge était com-
 posée de :

Charbon. 77^{kil.}, 34 (4 réspos.)
 Minerai 162 (6 $\frac{1}{2}$ baches.)
 Castine, environ les 0,04 du poids en minerai,
 soit 6^{kil.}, 48.

En un mois, la quantité de fonte produite,
 évaluée par la moyenne d'un grand nombre de

mois marchant régulièrement, se trouve comprise
 entre 65.000 et 67.000 k., soit 66.000 k.

On pourra écrire le tableau suivant d'un travail
 mensuel :

Minerai.	Charbon.	Fonte.
208.980 k.	101.640 k.	66.000 k.

D'où il suit :

- 1° Que le minerai rend environ 32 p. $\frac{2}{100}$;
- 2° Que pour 1.000 k. de fonte, la consommation est en charbon de 1.540 k.

Produits
et consommations.

Cette quantité de charbon occupe un volume
 de 7^{mc}, 50, et en admettant que la corde pro-
 duise ici le kilolitre, il s'ensuivrait que dans la
 marche au charbon de bois, 1.000 kil. de fonte
 brûlent le charbon qui provient de 7 cordes, 50
 ou 23^{st.}, 32.

- 3° Que la masse des matières à fondre et à ré-
 duire par les 1.540 kil. de charbon, égale :

Minerai. 3.166 }
 Castine. 127 } 3.293 kil.

- 4° Que le volume introduit en combustible
 pour la production de 1.000 k. de fonte est 7^{mc}, 50.

- 5° Que le temps employé approximativement
 à la production des 1.000 k. est 10^{h.}, 95.

La machine soufflante lançait, à l'époque de la
 marche au charbon, 22^{mc}, 96 par 1'. J'ignore
 quelle était la pression.

Quantité
de vent.

La fonte produite dans cette marche était sou-
 vent truitée, quelquefois grise, se moulant assez
 difficilement en objets minces, propre néanmoins

Nature
la fonte.

à faire des pièces de moulage d'une certaine force. De très-belles et très-grandes pièces étaient coupées journellement au fourneau de Haraucourt.

Marche au bois en partie carbonisé.

(Afin d'éviter les longueurs, je désignerai sous le nom de *charbon roux* le bois en partie carbonisé dans les fours, quel que soit d'ailleurs le degré auquel il soit arrivé.)

Les approvisionnements en charbon de forêt que possédait l'usine n'ont pas permis d'employer exclusivement le charbon roux; on a toujours marché avec une certaine proportion de charbon noir.

Le haut-fourneau fut mis au mélange de charbon roux et de charbon de meule, à partir du 20 juin 1836, et depuis cette époque (actuellement mars 1837), aucun dérangement n'est survenu; la marche a été excessivement régulière, et l'expérience est assez longue pour qu'on puisse s'en rapporter à tous les résultats qu'elle a pu fournir.

Les bois sont amenés en bûches à l'usine, où on les empile pour les découper au fur et à mesure des besoins. Jusqu'à présent le découpage du bois a exigé beaucoup de main-d'œuvre. L'opération consiste d'abord à fendre les bûches dans le sens de la longueur, en les frappant sur le tranchant d'un fer de hache fixé dans un bloc, puis tournant la bûche quand elle est engagée, on la divise en brins d'un diamètre moyen de 2 pouces. Ces fragments sont découpés à la hache, en petits morceaux de la longueur de 5 à 6 pouces.

À l'exemple de ce qui se pratique dans d'autres localités, on se propose d'établir une scie circulaire, qui, en abrégant l'opération du décou-

page, la rendra plus régulière, et évitera les déchets provenant des nombreux éclats que l'usage de la hache entraîne nécessairement avec lui.

Les fours, dont nous donnons le dessin *Pl. X* et *XI* et la description p. 566, sont placés sur une même ligne, au nombre de huit, nombre qui a suffi jusqu'à ce jour pour produire la fraction de charbon roux que l'on jette dans le fourneau. On doublera ce nombre quand on l'emploiera sans mélange.

Chaque four a une capacité de 0^m 70. Il est formé de plaques de fonte, et il est échauffé par toutes les faces, excepté par celle de dessus.

Les gaz qui sortent du gueulard sont conduits sous les fours, et dans l'espace qui les enveloppe; des ouvreaux, convenablement disposés, fournissent la quantité d'air suffisante à la combustion.

On charge par la partie supérieure; et, à cet effet, les paniers de bois découpé sont amenés sur un plancher placé à un niveau qui permet de voir les fours à l'intérieur et de faire le chargement. Le second plancher inférieur est celui au-dessous du gueulard; il supporte les étouffoirs dont le dessus affleure les portes de déchargement des fours.

La capacité des fours est telle, qu'ils contiennent exactement la partie de bois qui, avec le charbon noir, doit fournir à une charge. Celle des étouffoirs doit être calculée de manière à n'être jamais trop petite pour le volume du bois réduit.

Le bois placé dans la caisse, on ferme la porte du dessus; et la seule issue qui reste est celle du tuyau vertical destiné à conduire au dehors l'eau et les produits de la distillation. Partie de ces pro-

Fours.

Chargement

Conduite,

Époque
de la nouvelle
marche.Préparation
des bois.

Découpage.

duits se condense. Au moyen d'une rigole convenablement placée, on recueille un liquide très-aqueux, qui contient de l'acide pyroligneux, et un goudron liquide en petite proportion qui se dépose. Aucun parti n'a été tiré de ce produit, et il n'y a pas lieu de croire qu'on en tirera aucun qui ait quelque importance. On pourrait exposer à l'air, dans des vases plats, le goudron qui occupe le fond; l'eau et l'acide se vaporisant, ce goudron prendrait de la consistance, et servirait à enduire des bois de construction exposés à l'humidité et à la pluie.

La distillation est conduite fort lentement, et l'on peut la régler à volonté en modifiant le tirage avec des registres qui répondent à chaque four, et en introduisant, pour la combustion des gaz, une masse plus ou moins grande d'oxygène. La quantité de chaleur produite sous chaque four étant composée de deux parties, l'une proportionnelle à la quantité d'air combiné avec les gaz combustibles, l'autre provenant de la flamme, qui, après avoir échauffé les fours précédents, suit son chemin vers la cheminée de tirage, on pourra faire varier à volonté la première partie, en ouvrant plus ou moins les petits ouvreaux qui correspondent au-dessous des fours. Cette disposition, faite par M. Baudelot, lui permet d'échauffer chaque four également, et ceux qui sont à l'extrémité la plus éloignée du gueulard, tout aussi bien et plus fortement même, s'il le désire, que ceux placés en tête, à l'entrée des gaz.

Chaque charge de bois reste environ cinq heures soumise à l'action de la chaleur avant d'être retirée dans les étouffoirs.

La durée de la distillation n'est point fixée ré-

gulièrement; et l'expérience a prouvé qu'il n'est point nécessaire, pour une allure régulière du haut-fourneau, que le bois ait constamment, à chaque charge, perdu et le même poids et le même volume. Les limites entre lesquelles on peut l'employer avec succès sont même assez écartées; et quand il arrive quelque moment de hâte, on n'attend point qu'une charge soit avancée dans sa calcination pour l'introduire dans le fourneau.

D'ailleurs, il arrive aussi que certains fours ont moins chauffé que d'autres, et, dans ce cas, le résultat de la carbonisation n'est point uniforme. Quoi qu'il en soit, comme on fait 40 charges en 24 heures, qu'il y a 8 fours, et que chacun ne contient qu'une charge, il en résulte une moyenne d'environ 5 heures pour chaque distillation.

Voici les limites entre lesquelles on se tient habituellement.

Plusieurs charges de bois découpé (chacune 6 respes) ont été pesées. La moyenne est 217 kil., occupant un volume de 0^mc,67. C'est là la quantité de bois introduite dans chaque four.

Poids
des charges
en bois.

Un charbon roux, retiré au bout de quatre heures trois quarts au deuxième four près du gueulard, était regardé comme convenable et d'une bonne cuite, bien qu'habituellement il fût un peu plus avancé. Il pesait 115 kil., sous un volume de 0^mc,51.

Une seconde charge (217 kil. — 0^mc,67), dans le premier four près du gueulard, y resta cinq heures et demie. Au bout de ce temps elle était peut-être un peu plus carbonisée que de coutume, et donna un charbon roux pesant 90 kil. sous le volume de 0^mc,37.

Dans le premier et le second exemple, la surface des morceaux était noire et luisante; mais ce n'était qu'un enduit superficiel. L'intérieur des premiers morceaux avait une couleur de café claire; celle des seconds était plus brune, et tirait sur la teinte du tabac. Dans les deux il y eut quelques morceaux plus avancés et tout à fait noirs, en petit nombre cependant; d'autres, du dessus, paraissaient n'être que du bois parfaitement sec. On pense bien d'ailleurs qu'on y rencontra tous les degrés intermédiaires.

Les deux résultats précédents peuvent être considérés comme les limites extrêmes, et les charges du haut-fourneau se composent habituellement de combustible, dont le poids est compris entre 115 et 90 kil., et le volume entre 0^m^c,51 et 0^m^c,37. Il arrive cependant que ces limites sont quelquefois dépassées en dessus et en dessous, mais rarement, quoique l'expérience ait fait voir qu'il n'y avait aucun inconvénient à pousser encore un peu plus loin la distillation; et que ce qui se passe actuellement au fourneau de Vendresse (Ardenne), où l'on se contente pour ainsi dire de dessécher simplement le bois sans distillation, montre que le fourneau peut avoir une très-bonne allure avec du bois sec, ou du bois dont la distillation serait très-peu avancée. En résumé, les limites entre lesquelles se trouvent compris les divers états du bois peuvent être assez éloignées; et en prenant pour extrêmes les deux épreuves citées, on aurait 0,76 et 0,55 pour les rapports des volumes réduits aux volumes des bois, 0,53 et 0,41 pour les mêmes rapports relatifs au poids. Dans le premier cas, le bois aurait perdu le quart de son volume, et un peu moins que la

moitié de son poids; dans le second, la perte en volume serait un peu moindre que la moitié, et la perte en poids comprise entre la moitié et les deux tiers.

D'autres évaluations sur diverses charges ont donné toujours sur 0^m^c,67 de bois pesant 217 kil., une moyenne de 102 kil. avec un volume de 0^m^c,40. A cet état intermédiaire répond une perte en volume de 40 p. $\frac{0}{100}$, et en poids de 53 p. $\frac{0}{100}$.

Observons ici que toutes ces expériences ont eu lieu au mois de décembre 1836 sur des bois humides, et qui avaient été coupés en mars et avril de la même année.

Il est inutile d'insister sur la marche de l'opération. Les registres et les ouvreaux servent à régler le tirage et la quantité de chaleur, et l'habitude a bientôt appris quelle est la diminution de volume dans le four qui annonce la fin de l'opération. Ce qui précède indique du reste que cette diminution peut être variable sans qu'il en résulte le moindre inconvénient pour la marche du fourneau.

La charge retirée du four est enfermée promptement dans un étouffoir ou caisse cubique en fonte munie de son couvercle. Il arrive quelquefois que le bois s'enflamme; mais on l'éteint facilement en jetant un peu d'eau; et d'ailleurs le déchargement est tellement rapide, qu'il ne peut en résulter d'inconvénient.

Une disposition ingénieuse a été imaginée par M. Baudelot, pour faciliter le chargement dans le haut-fourneau. (Pl. XI, Fig. 17 à 20.)

Deux appendices sont fixés à l'étouffoir sur deux faces opposées dans le prolongement de l'axe horizontal, qui passerait par le centre de gra-

Chargement
au
haut-fourneau.

tivité de l'étau supposé plein. Un crochet courbe les saisit; et au moyen d'un petit treuil et de chaînes qui y fixent ce crochet, un homme peut, à l'aide d'un engrenage, remonter l'étau jusqu'au niveau du plan horizontal qui passerait par la plate-forme du gueulard. Tout le système est fixé à un petit chariot en fonte, qui peut courir tout le long d'un chemin en fer qui l'amène au gueulard. Ce chemin de fer consiste en deux longues lames de fonte placées parallèlement au-devant des fours, à une hauteur d'homme au-dessus du sol. Arrivé à la plate-forme du gueulard, l'étau est renversé facilement, et le charbon roux poussé dans le fourneau.

On y ajoute alors la quantité de charbon de forêt qui doit compléter la charge en combustible, c'est deux respes valant $43^k, 50$. Le tout porte 7 baches $\frac{1}{2}$ de mine ou 187 kil. On a calculé que la quantité de fonte que rendait chaque charge équivalait à 64 kil. Donc, pour une charge, on a le tableau suivant :

CONSOMMATIONS.				PRODUIT.	
Minerai.	Charbon de forêt	Bois d'où provient le charbon roux.	Castine.	Fonte	
kil. 187	kil. 43,50	kil. 217 en volume 0 ^{me} ,67	kil. 7,40	kil. 64	

On fait 40 charges en 24 heures.

La moyenne pour un mois sur quatre mois d'une marche bien uniforme a donné :

COMBUSTIBLES.		Fonte.
Bois.	Charbon.	
208 ^c ,75 ou 649 st ,21	53505 kil ou 261 ^{me} .	76250 kil.

Il résulte de là :

- 1° Que le minerai rend un peu plus que 34 p. $\frac{2}{100}$.
- 2° Que pour 1.000 kil. de fonte, la consommation est

En bois 2^c,72 = 8st,46.

En charbon 3^{me},40 = 697 kil.

3^{me},40 de charbon de forêt provenant de 3^c,40, il s'ensuit que 1.000 kil. de fonte brûlent une quantité totale de combustible, qui peut être représentée par 6^c,12 ou 19st,03.

En prenant une moyenne sur tout le temps de la marche au mélange de charbon roux et de charbon de forêt, M. Guillaume admet, pour 1.000^k de fonte, une consommation de 2^c,50 pour la partie du bois carbonisé au gueulard, et 3^c,75 pour celle d'où provient le charbon qu'on ajoute, ce qui donnerait pour consommation totale 6^c,25 = 19st,44.

3° Que la masse des matières à fondre et à réduire par ces 6^c,25 égale :

Minerai	2925	} 3042 ^k .
Castine	117	

4° Que le volume de combustible, introduit dans le fourneau pour la production de 1.000 kil. de fonte, est composé de :

Produits et
consomma-
tions.

	mèt. cub.
Volume du charbon roux.	5,07
<i>Id.</i> du charbon noir.	3,40
Volume total.	8,47

En admettant que la perte du bois en volume soit 40 p. $\frac{0}{100}$.

Si l'on supposait seulement la perte en volume d'un cinquième, le volume introduit se trouverait évaluer 10^m, 17.

5° Que le temps employé approximativement à la production des 1.000 kil. peut être évalué à 9^h, 37.

La machine soufflante lance 24^m, 60 par 1'.

La fonte produite est très-grise, très-homogène, fort douce, se limant avec presque autant de facilité que du fer doux. En un mot, elle est très-propre à confectionner des pièces de moulage. Il y a tout lieu de croire qu'elle présente une ténacité, si non plus grande, au moins égale à celle de la fonte obtenue précédemment au charbon de bois.

Depuis l'emploi du bois, la marche du fourneau est parfaitement régulière, la fonte conserve sa teinte dans toutes les coulées, et l'on s'accorde à penser que le travail du fondeur est simplifié.

De semblables résultats ont été observés dans plusieurs des localités où l'on a déjà employé le bois dans le département des Ardennes; et le fourneau de Vendresse entre autres, dont la nature du produit variait souvent, a marché constamment en gris, et dans la même couleur, depuis la substitution du charbon roux au charbon.

Influence
sur l'allure.

Au moment de cette substitution, on a peu à peu augmenté la charge en minerai. On mettait autrefois 6 baches $\frac{1}{2}$. Cette quantité fut portée graduellement jusqu'à 7 baches $\frac{1}{2}$. Entre ces deux limites, la fonte, sans être de meilleur usage, brûlait plus de charbon. A 7 baches $\frac{1}{2}$ elle est très-convenable; mais, si l'on augmente la dose en minerai, la fonte blanchit peu à peu, et enfin un quart de minerai en plus la rend tout à fait blanche. La proportion à laquelle on s'est arrêté est donc la plus économique et la plus convenable à la nature et à la qualité du produit que l'on veut obtenir.

Passage de
la première
marche à la
seconde.

Pendant le passage des premières charges de bois, le fourneau a été légèrement dérangé; la fonte ne resta plus homogène, elle était mêlée. Aucune différence n'a été observée à la tuyère; le fourneau a repris bien vite son allure, qu'il n'a pas quittée depuis le 20 juin 1836, époque du changement.

La seule modification que l'expérience a suggérée est une légère augmentation dans la quantité du vent. Le piston donne 15 coups au lieu de 14; et nous avons dit que la masse d'air étant dans le premier cas 22^m, 96, elle avait été portée dans le second à 24^m, 60.

Comparaison des deux modes de traitement.

Il y a deux comparaisons à établir: la première, sous le rapport technique, relative à l'économie du combustible; la seconde, sous le point de vue général, eu égard à la position de l'usine, et en tenant compte des frais de transport du bois.

Comparaison
des dépenses
de
combustibles.

Reprenons les tableaux de produits et consommations, dont nous avons donné les éléments.

Au charbon de bois.

POUR 1000 KIL. DE FONTE :

Minérai.	Castine.	Charbon		Bois qui représente le charbon.	Temps employé.
		en poids.	en volume.		
kil. 3166	kil. 127	kil. 1530	mét. cub. 7,50	7 ^c ,50 ou 23 st ,32	10 ^h ,95

Au mélange de charbon roux et de charbon.

Minérai.	Castine.	Charbon		Charbon roux		Bois qui représente le charbon.	Bois qui représente le charbon roux.	Temps employé.
		en poids.	en volume.	en poids.	en volume.			
kil. 2925	kil. 117	kil. 697	mét. cub. 3,40	kil. 1942	mét. cub. 5,07	3 ^c ,40 ou 10 st ,57	2 ^c ,72 ou 8 st ,46	9 ^h ,37

Il résulte, de la comparaison de ces tableaux :
1° Que l'emploi du bois augmente le rendement du minérai, et l'a porté à 34 p. $\frac{0}{100}$ au lieu de 32.

2° Que 1000 kil. de fonte ne consomment plus qu'une quantité de combustible équivalente à 6^c,12 ou même à 6^c,25 (19st,44), en prenant la donnée générale, (6^c,12, se rapportant seulement aux quatre derniers mois), tandis qu'au charbon

de bois la consommation était représentée par 7^c,50 ou 23st,32.

L'économie qui résulte du mélange actuel est donc 1^c,25 ou 3st,88 sur 1000 kil. de fonte.

3° Que la marche du fourneau est accélérée depuis le nouveau traitement; l'économie de temps est de $\frac{1}{7}$, d'où résulte une diminution sur le prix de la fonte dans la répartition des frais généraux.

La fonte est améliorée par l'emploi du bois; elle est devenue plus douce, plus homogène, et encore plus propre au moulage.

En admettant 1 p. $\frac{0}{100}$ de cendres dans le bois, et 380 kil. pour le poids du stère, la somme des matières à fondre et à réduire dans la marche au charbon de bois est représentée par :

Minérai.	3166	} 3382
Castine.	127	
Cendres.	89	

Dans l'emploi du mélange de bois on trouve pour le nombre correspondant :

Minérai.	2925	} 3116
Castine.	117	
Cendres.	74	

Ce qui est à l'avantage de l'emploi du bois.

Il reste à calculer par induction l'économie qui résulterait de l'emploi du charbon roux sans aucun mélange.

Il y a lieu de penser qu'elle suivra la même proportion que celle déjà trouvée dans le mélange actuel.

Voici comment on pourrait y arriver :

Avec le charbon, 1000 kil. de fonte exigent 7^{mc},50 de combustible; dans la marche au bois,

actuelle, les 3^{me},40 de charbon qu'on emploie sont censés produire une quantité de fonte égale à $\frac{1000 \times 3,40}{7,50}$, ou 453^k,33, en retranchant de 1000 on aura 546^k,66 pour la partie produite par 2^e,72.

On conclut delà que, si l'on ne brûle que du bois, 1000 kil. exigeront $\frac{1000 \times 2,72}{546,66}$, ou 4^e,92, dans le cas de la marche la plus avantageuse.

La donnée moyenne de 2^e $\frac{1}{2}$ de bois sur 3^e $\frac{3}{4}$ de bois réduit en charbon de forêt, indiquerait pour consommation totale, dans le cas où l'on n'emploierait que du bois, 5 cordes ou 15st,55. C'est à cela que serait réduite la consommation si l'on n'employait pas de charbon noir en mélange.

L'économie qu'on obtiendrait alors sur 1000^k de fonte est 2^e,50 ou 7st,775, c'est-à-dire un tiers de la consommation première.

Economie totale.

Dans chaque localité, on obtiendra l'économie totale par la considération suivante, soient :

- P le prix de la corde sur place.
- a » » de la carbonisation d'une corde.
- b » » du transport par lieue (pour le charbon).
- d la distance de la coupe à l'usine.
- e le prix du transport par lieue pour le bois brut.
- f le prix de l'empilage à l'usine.
- g le prix du découpage.
- h le prix de la carbonisation en vases clos.
- k l'indemnité au breveté.

c le nombre de cordes consommé dans la marche au charbon de bois pour 1000 kil. de fonte.

c' le nombre correspondant dans la marche au bois; l'économie pour 1000 kil. de fonte sera :

$$(P + a + bd) c \text{ diminué de } \\ (P + ed + f + g + h + k) c'.$$

Il faudrait y faire entrer à l'avantage du procédé au bois le déchet dans les halles. Dans la localité qui nous a occupés jusqu'à présent, nous n'aurions pas à en tenir compte; car les 7 kilolitres,50 de charbon, indiqués pour 1000 kil. de fonte, se rapportent au charbon mesuré à son entrée dans les halles, et par conséquent le déchet s'y trouve compris.

En faisant l'application à la localité de Haraucourt, on a :

$$a = 0^f,60$$

$$b = 0^f,40; d = 4^{li} (16 \text{ kilom.}).$$

Jusqu'ici on n'a employé que le bois des coupes voisines, en sorte que l'on ne peut comparer les résultats rigoureusement; mais l'on admet que le transport du bois en nature, de trois ou quatre lieues, coûterait moyennement 3^f,50^c pour la corde; c'est la valeur de *ed*.

$$f = 6^f,15 \text{ — empilage;}$$

$g = 3^f,00$ — découpage; il ne s'élèvera sans doute point à 2^f, quand on emploiera la scie circulaire, soit $g = 2^f$, $h = 1^f$ pour la carbonisation, $k = 0^f,25$ pour le breveté,

$$c = 7,50$$

$$c' = 5,00.$$

$$\text{L'économie sera } (P + 2,20) \times 7,50$$

$$\text{diminué de } (P + 6,90) \times 5$$

$$\text{ou } P \times 2,50 - 18.$$

Pour que cette économie fût nulle, il faudrait que le prix de la corde fût de 7^f,25 ou 2^f,30 le stère. Toutes les fois que le prix de la corde sera plus élevé, il y aura économie à Haraucourt; s'il était inférieur, il y aurait perte à employer le bois de cette manière.

Depuis 1825, le prix du stère n'a jamais été inférieur à 2^f,30. A cette époque, il se trouva être de 1^f,95; depuis, le prix le plus bas a été 2^f,63; mais presque toujours il a dépassé 3 fr.

En 1834, le stère valait 3^f,50; et, dans ce cas, l'économie du procédé eût été de 9^f,50 par 1000 kil. de fonte, sans tenir compte de la production plus rapide, de l'amélioration de la qualité, et d'autres circonstances plus légères que j'ai pu ne pas énumérer.

DEUXIÈME PARTIE.

Essais sur les bois et les charbons.

Dans tous ces essais, je me suis proposé de déterminer la perte en volume et en poids du bois dans ses divers états de dessiccation et de calcination, et les pouvoirs calorifiques du résidu et des matières volatiles dans ces différentes phases.

Toutes les parties des fours ne chauffent pas également. Les bois qui touchent les cinq faces léchées par la flamme peuvent être considérés comme amenés à un degré à peu près semblable de dessiccation, à l'exception peut-être de celui qui occupe la partie inférieure de la face de devant, qui contient la porte de déchargement constamment refroidie par l'air extérieur.

La portion du bois qui occupe le milieu du four à la partie supérieure est la moins échauffée, et même elle ne commence que fort tard à laisser dégager des matières volatiles.

J'ai remarqué, dans plusieurs expériences, que quelques morceaux, pesés à l'avance, n'avaient point perdu de poids après deux heures de séjour dans les fours. Quelques-uns même, dans plusieurs essais répétés afin de bien constater le fait, avaient augmenté de poids d'une manière bien notable. Ce fait, assez singulier, s'explique en admettant que ces morceaux, quoique déjà humides, absorbaient l'eau dégagée des parties plus échauffées, et même de l'acide et des matières huileuses, car il s'en trouvait de légèrement colorés.

Tous les essais sur la quantité de chaleur que peuvent développer ces divers combustibles ont été faits par la fusion avec la litharge, en partant du principe que le pouvoir *calorifique* est *proportionnel* à la quantité d'oxygène absorbée par le combustible, par suite à la quantité de plomb produite.

Pour obtenir un résultat qui représentât aussi bien que possible le pouvoir calorifique moyen de tout le combustible d'un four, j'ai fait, dans les diverses parties, au moment du défournement, un choix des essences, en cherchant à obtenir en même temps des bois amenés à tous les degrés de calcination. Les essais à la litharge ont été faits sur chacun d'eux et sur leur mélange. L'accord qui s'est rencontré dans l'ensemble de tous les résultats me fait penser qu'ils ne sont pas éloignés de la vérité.

Poids et volume de plusieurs charges.

1° 217 kil. du bois ordinairement employé, contenant environ $\frac{2}{5}$ d'essences tendres, occupant un volume de 0^{mc},67, ont été retirés après trois heures de séjour dans le four. Le poids était réduit à 142 kil., le volume à 0^{mc},58.

Plusieurs morceaux A de bois tendres et durs, diversement colorés, ont été enfermés dans des bocaux pour être soumis aux essais calorifiques.

2° 217 kil., au volume 0^{mc},67, restèrent quatre heures trois quarts au four. Retirés, le combustible pesait 115 kil., au volume 0^{mc},51. Morceaux B assortis, mis de côté.

3° 217 kil., au volume 0^{mc},67, restés cinq heures, ont donné 102 kil., au volume 0^{mc},39. Morceaux C.

4° 217 kil., au volume 0^{mc},67, restés cinq heures et demie, ont donné 90 kil., au volume 0^{mc},37. Morceaux D.

5° 217 kil., au volume 0^{mc},67, après six heures et demie, ont produit 85 kil., au volume 0^{mc},35. Morceaux E.

Essais sur le bois en nature.

Des échantillons des cinq essences, chêne, charme, hêtre, tremble, saule, qui constituent à peu près tout le bois employé à Haraucourt, ont été soumis aux essais suivants:

1° Ces bois étant humides, des rondelles très-minces, enlevées avec une scie fine, ont été exposées à l'air dans une chambre sèche. Au bout de deux jours, ils avaient perdu environ 0,025 de

leur poids; les bois blancs un peu plus, 0,030.

Une plus longue exposition dans la même chambre, où l'on ne fit point de feu, ne diminua pas davantage leur poids. Ces $2\frac{1}{2}$ p. $\frac{0}{100}$ constituent l'eau de mouillage qu'une première impression de l'air sec peut enlever.

2° Afin de déterminer exactement la quantité d'eau hygrométrique qui se trouvait dans le bois brut, des copeaux très-minces furent placés dans le four d'un poêle, dont on régla la température, qui ne dépassa pas 100°. Au bout de trois jours, la couleur n'avait point changé, et le bois paraissait très-sec. Mais on sait qu'une température de 100° n'enlève pas toute l'eau hygrométrique du bois, et qu'il faut graduellement arriver jusqu'à brunir celui-ci pour le rendre parfaitement sec. La température du poêle fut donc un peu élevée, et on l'amena environ à 130°. Les copeaux commencèrent à brunir. Ils furent maintenus pendant quelques heures à cet état. Dans la dernière heure ils furent pesés quatre fois, et les trois dernières pesées donnèrent un résultat identique.

La perte en poids se trouve les 0,275 du poids primitif, y compris l'eau de mouillage qu'un premier instant dissipe.

3° L'essai avec la litharge, fait sur trois parties, donne en moyenne pour les bois durs 12,65 de plomb, d'où il suit que le bois équivalait à 0,372 de carbone.

La moyenne de trois essais sur les bois tendres donna 12,26 de plomb, d'où quantité équivalente de carbone 0,36.

Résultat qui fait voir, qu'à poids égal, les bois durs et les bois tendres sont également riches en matière combustible.

Enfin, deux essais sur un mélange des bois donnèrent en moyenne 12,75 de plomb, d'où équivalent en carbone 0,375.

4° Plusieurs échantillons furent soumis dans un creuset de platine couvert, à l'abri des vapeurs oxidantes, à une calcination brusque. Les bois tendres donnèrent à peu près la même quantité de charbon que les bois durs, environ 0,138.

5° Ce charbon, soumis au grillage et à l'incinération, laissa les 0,086 de son poids de cendres, ce qui fait que le bois brut en renferme 0,012.

6° Dans le bois, l'hydrogène et l'oxygène se trouvant dans les proportions convenables pour former de l'eau, il s'ensuit que l'essai par la litharge indique la quantité de carbone contenu. On en déduit pour la composition chimique du bois :

Carbone	0,375
Cendres	0,012
Hydrogène et oxygène	0,338
Eau hygrométrique	0,275
	<hr/>
	1,000

7° L'analyse immédiate par calcination rapide donne :

Carbone	0,126
Matières volatiles combustibles	0,587
Eau hygrométrique	0,275
Cendres	0,012
	<hr/>
	1,000

Le combustible non altéré équivaut à :

carbone, 0,375.

Son charbon par calcination rapide équivaut à :

carbone, 0,126.

Donc, les matières volatiles du bois équivalent

à : carbone, 0,249.

Le pouvoir calorifique des matières gazeuses
y compris l'eau, = 0,28

Celui des matières volatiles combustibles, déduction faite de l'eau hygrométrique, = 0,42

En représentant par 1 celui du carbone pur.

Examen du charbon de forêt.

Le charbon, fait en meules dans la forêt, est bien loin d'être du carbone pur; il renferme, outre les cendres, des matières volatiles combustibles et l'eau qu'il absorbe dans les transports et les halles. Pour comparer tous les pouvoirs calorifiques des bois et charbons roux entre eux, il fallait connaître l'équivalent en carbone du charbon noir. Pour connaître le poids des cendres, je n'ai point incinéré chacun des charbons aux divers états. Cette opération est fort longue; je me suis contenté d'admettre le premier résultat obtenu, c'est-à-dire 0,012 dans le bois brut.

En forêt, le bois rend 17 p. $\frac{\circ}{\circ}$ de charbon. La proportion des cendres du charbon est 0,07. A la calcination brusque il laisse 0,79 de charbon privé de matières volatiles.

Fondu avec la litharge, il donne un culot de plomb qui représente 0,85 de carbone.

Sa composition est donc :

Carbone	0,79
Cendres	0,07
Matières volatiles	0,14
	<hr/>
	1,00

Il équivaut à 0,85 de carbone, et les matières volatiles qu'il renferme à 0,06, ce qui porte leur pouvoir calorifique à 0,43.

Examen des bois desséchés et en partie calcinés, A, B, C, D, E.

A. Cet état n'est pas celui habituel des combustibles de Haraucourt. La calcination est poussée plus loin, entre les limites que j'ai déjà indiquées. Je n'ai fait retirer cette fournée que pour en examiner l'état; d'ailleurs, il n'y a point d'inconvénient à Haraucourt à en mettre de temps en temps dans le fourneau qui ne soient pas plus avancées que celle-ci, et le fourneau de Vendresse marche très-bien avec du bois qui ne paraît pas être plus carbonisé que celui dont il s'agit. Ce bois semble à peine altéré à l'intérieur, quoique noir à la surface. Il se scie aussi facilement que le bois sec. Quelques échantillons présentent au centre une couleur légèrement brunie.

1° La moyenne de quatre essais à la litharge a produit 16,40 de plomb qui représente 0,48 de carbone.

2° A la calcination brusque, les bois durs et tendres donnent la même quantité de charbon. La moyenne de 4 calcinations = 0,208.

3° La composition est donc :

Carbone.	0,190
Matières volatiles . . .	0,792
Cendres	0,018
	<hr/>
	1,000

Les matières volatiles équivalent à 0,290 de carbone, et 1 étant toujours le pouvoir calorifique du carbone, 0,37 sera celui des matières volatiles dégagées par la calcination, 0,48 étant celui du combustible.

En comparant le combustible A au bois brut, on sait qu'il provient de 217 kil. qui furent réduits à 142 kil. Il a donc perdu les 0,35 de son poids, et par suite le point de dessiccation a été dépassé, puisqu'il y a 0,275 d'eau hygrométrique dans le bois qui nous occupe.

De plus, le pouvoir calorifique du bois parfaitement sec serait 0,517, celui du bois brut étant 0,375.

On voit qu'aussitôt que l'eau est expulsée, l'application de la chaleur dégage des vapeurs combustibles.

B. J'ai déjà dit que cet état représentait la limite inférieure, mais qu'on la dépassait habituellement pour pousser plus loin la calcination.

L'intérieur des morceaux est couleur café claire; on ne peut pas encore les casser, et la texture du bois s'y reconnaît parfaitement.

1° A la calcination brusque, la moyenne de 3 essais égale 0,28 de charbon, contenant 0,023 de cendres; le bois B est donc ainsi composé :

Charbon pur.	0,257
Matières volatiles combustibles. . .	0,720
Cendres.	0,023
	<hr/>
	1,000

2° L'essai à la litharge, sur diverses essences et des mélanges, a donné en moyenne un culot de plomb qui représente : carbone. 0,530; et comme il y a carbone pur. 0,257; les 0,720 de matières combustibles équivalent à : carbone. 0,273.

Par suite, leur pouvoir calorifique est représenté par 0,38.

C. Ces bois offrent un exemple de l'état inter-

médiaire auquel on amène la calcination; on peut le prendre comme représentant le combustible substitué au charbon de bois. Les bois durs ont encore assez de tenacité, et on ne les casse qu'avec peine.

La couleur de la poussière est celle du tabac. Les bois tendres se cassent plus facilement; leur couleur est à peu près la même.

1° A la calcination brusque, la moyenne de plusieurs essais a donné 0,40 de charbon, d'où :

Charbon pur.	0,374
Cendres.	0,026
Matières volatiles.	0,600
	<hr/>
	1,000

2° La fusion avec la litharge des bois durs a donné un culot de plomb qui représente 0,59 de carbone. Pour les bois blancs, le plomb représentait 0,56 de carbone. Deux essais, sur un mélange, ont donné pour moyenne, carbone 0,58.

Il en résulte que les 0,600 de matières volatiles équivalent à 0,206 de carbone, et que leur pouvoir calorifique est représenté par le nombre 0,34.

D. Les bois, dont les essais vont suivre, s'approchent, par leur état, de la limite supérieure de la calcination à laquelle on s'arrête. L'état de ces bois est assez uniforme. On peut les briser, quoique avec assez de difficulté. Les essais calorifiques ont donné ce résultat déjà signalé, qu'à poids égal les bois tendres produisent autant de plomb que les autres. La couleur est bien homogène, c'est celle du chocolat.

Quelques-uns des bois tendres sont tout à fait noirs. Les fragments peuvent se porphyriser avec

autant de facilité que du charbon. Exposé dans une chambre humide, le bois torréfié n'avait pas augmenté de poids au bout de plusieurs jours; ce qui prouve que le bois ainsi calciné n'est point hygrométrique. Chauffé dans une cornue de verre, il n'abandonne rien avant que la température soit assez élevée.

Le premier produit qui passe à la distillation consiste en huile et en goudron : l'ammoniaque ne l'altère point; la potasse dissout aisément une matière brune.

1° Il laisse à la calcination brusque 0,45 de charbon, ainsi il est composé de

Charbon	0,421
Cendres.	0,029
Matières volatiles combustibles.	0,550
	<hr/>
	1,000

2° Les essais à la litharge, tant sur les bois durs que sur les bois blancs, ont donné en moyenne un culot de plomb qui représente carbone 0,60; il suit de là que les 0,550 de matières volatiles équivalent à carbone 0,179, et leur pouvoir calorifique peut être exprimé par le nombre 0,32.

E. L'apparence de ces bois diffère peu de celle des précédents; seulement la potasse caustique les attaque bien plus difficilement, et ne parvient qu'avec peine à leur enlever une petite quantité de matière brune.

Cependant l'analyse donne à peu près les mêmes résultats que pour le bois D.

Il se casse et se porphyrise très-aisément; il a une grande analogie avec le charbon, et ne semble en différer que par sa couleur très-brune.

1° Il donne à la calcination, charbon 0,49, et l'on a pour sa composition :

Charbon pur	0,46
Cendres	0,03
Matières volatiles combustibles . .	0,51
	1,00

2° L'essai à la litharge, sur cinq parties diverses, a donné un culot de plomb qui représente :
carbone 0,64.

Les 0,51 de matières volatiles équivalent donc à carbone 0,18, et leur pouvoir calorifique est exprimé par 0,35.

Ce bois, non plus que les bois D et C, n'est point hygrométrique.

Pour les comparer entre eux, je vais réunir en un seul tableau tous les résultats saillants des essais précédents. Tous les essais, dans les fours à dessécher, ont été faits sur 217 kil. de bois, et les poids des divers résidus ont été donnés.

J'ai pris pour point de départ 1 kil. de bois, et ramené tous les nombres relatifs aux produits de la dessiccation à cette unité.

Le pouvoir calorifique du carbone a été pris pour unité. Par suite, tous sont exprimés par des fractions qui représentent les quantités de carbone équivalentes à 1 de combustible essayé.

La quantité de chaleur absolue, à laquelle équivalait un poids déterminé d'un combustible, se trouve exprimée en multipliant ce poids par le pouvoir calorifique, fixé comme il vient d'être dit.

TABLEAU 1.

	Poids du bois brut soumis à chaque épreuve.	Charbon retiré par calcination brusque.	Matières volatiles combustibles contenues.	Pouvoir calorifique du bois brut.	Quantité de carbone équivalente.	Quantité le carbone équivalente aux mat. volatiles dégagées.	Pouvoir calorifique des matières volatiles.
POIS BRUT	kil. 1	kil. 0,126	kil. 0,850	0,375	kil. 0,375	kil. 0,250	0,30
Ce kilogramme de bois, soumis aux calcinations à divers degrés, a donné successivement :							
	Poids du résidu.	Quantité de charbon par calcination brusque.	Matières volatiles combustibles contenues.	Pouvoir calorifique du résidu.	Quantité de carbone équivalente au résidu.	Quantité le carbone équivalente aux matières volatiles.	Pouvoir calorifique des matières volatiles combustibles.
BOIS SEC	kil. 0,725	kil. 0,126	kil. 0,575	0,517	kil. 0,375	kil. 0,250	0,43
BOIS A.	0,654	0,124	0,516	0,480	0,314	0,190	0,36
B.	0,530	0,137	0,381	0,530	0,280	0,143	0,37
C.	0,470	0,173	0,280	0,580	0,272	0,100	0,36
D.	0,415	0,174	0,228	0,600	0,250	0,075	0,33
E.	0,395	0,184	0,201	0,640	0,250	0,066	0,33
Charbon de forêt.	0,172	0,136	0,024	0,850	0,146	0,010	0,42

L'inspection de ce tableau confirme plusieurs résultats déjà connus sur l'application de la chaleur graduée à la distillation du bois. On y reconnaît, 1° qu'en recherchant, par calcination brusque, la quantité de charbon que peut donner le résidu de la distillation du bois, la proportion de cette quantité augmente à mesure que la distillation lente est plus avancée. Je ne comprends point ici le charbon de bois obtenu par la carbonisation en meules, bien que par calcination il donne plus de charbon que n'en produit la quantité de bois d'où il provient. On ne peut le comparer aux divers résidus de la distillation au gueulard, qui s'opère dans des circonstances toutes différentes.

Le résultat précédent est remarquable, car non-seulement une distillation lente produit avec la même quantité de bois quelquefois jusqu'à deux fois plus de charbon qu'une calcination brusque, mais encore, à mesure que cette distillation s'opère, le résidu devient de plus en plus susceptible de donner à la calcination brusque une plus grande proportion de charbon.

2° Le pouvoir calorifique du résidu augmente à mesure que la distillation avance; jamais il n'est égal à celui du charbon auquel il reste inférieur.

3° Dès que l'eau est expulsée, toute application de chaleur enlève au bois des matières volatiles combustibles; et si l'on compare les poids de ces matières successivement dégagées à la perte de chaleur absolue qui se fait dans le passage d'un état au suivant, on déduira le pouvoir calorifique de ces matières.

On trouvera ainsi :

Que pour passer aux états A, B, C, D, E, et à celui de charbon de forêt, le bois brut perd successivement des matières combustibles, dont les pouvoirs calorifiques sont les 0,45, les 0,52, les 0,52, les 0,58, les 0,58 et les 0,73 de celui du bois brut, c'est-à-dire environ la moitié de la puissance calorifique du bois. Dans la carbonisation en forêt, le bois perd une substance, dont le pouvoir calorifique est environ les trois quarts du sien.

Il résulte encore de ce rapprochement, qu'à mesure que se fait la distillation, les matières qui se dégagent deviennent de plus en plus combustibles, ce qui doit être, puisqu'elles deviennent de moins en moins oxygénées.

4° Dans les résidus successifs, la quantité de matières volatiles va en diminuant; la quantité de charbon à laquelle ils équivalent diminue aussi; mais il y a un tel rapprochement entre ces deux variations, que les pouvoirs calorifiques diffèrent peu les uns des autres de A à E, c'est-à-dire depuis le moment où le bois a perdu les 0,35 de son poids jusqu'à celui où il a perdu les 0,60, que les pouvoirs calorifiques oscillent autour du nombre 0,35.

Maintenant, comparons les divers combustibles dont il s'agit sous le rapport du volume qu'ils occupent.

Nous savons que :

0 ^{mc} ,67	de bois ont donné
0 ^{mc} ,58	pour A,
0 ^{mc} ,51	pour B,
0 ^{mc} ,39	pour C,
0 ^{mc} ,37	pour D,
0 ^{mc} ,35	pour E,
0 ^{mc} ,22	pour le charbon de forêt.

Les rapports de ces volumes au premier 0,67 sont représentés par la suite des fractions :

A — 0,86 ; B — 0,76 ; C — 0,58 ; D — 0,55 ; E — 0,52. Charbon de forêt — 0,33.

Si nous prenons pour point de comparaison le volume occupé par le charbon de bois, produit de la même quantité de bois, on aura, 1 étant le volume du charbon de forêt ; 1,60 pour celui du combustible E ; 1,66 — 1,75 — 2,33 — 2,60 — 3,33 pour ceux des bois D, C, B, A, et du bois brut.

Soit pris en second lieu dans le tableau 1 le rapport des quantités de carbone que représentent les divers résidus, à celui qui équivaut à la partie du charbon de forêt venant de la quantité première de bois, prise pour point de départ, on aura : 1,60 pour le combustible E ; 1,60 — 1,80 — 1,87 — 2,00 — 2,52 pour ceux qui concernent les combustibles D, C, B, A, et le bois brut.

Un fait bien remarquable ressort de cette comparaison ; c'est que le bois, à l'état E, produit, à volume égal, la même quantité de chaleur que le charbon.

Donc, en poussant en vases clos la carbonisation du bois brut, jusqu'à ce qu'il ait perdu un

peu moins que la moitié de son volume et que les deux tiers de son poids, on obtient un combustible plus dense que le charbon, et qui, à volume égal, produit la même quantité de chaleur.

M. Berthier, dans ses Essais par la voie sèche, avait bien prévu qu'un tel résultat pouvait se présenter, car il dit, page 276 : « Mais peut-être qu'en le calcinant incomplètement (le bois) ; et jusqu'à un certain point, on obtiendrait un combustible qui serait plus dense que charbon, et qui, à volume égal, produirait autant de chaleur, condition que doit remplir un combustible destiné à donner le plus haut degré de température possible. Comme le retrait qu'éprouve le bois décroît progressivement pendant la durée de la calcination, surtout quand on l'opère lentement, cela ne paraît pas invraisemblable. Jusqu'ici on n'a fait aucune recherche à ce sujet ; ces recherches auraient cependant de l'importance, puisqu'il pourrait en résulter un moyen de faire une économie notable dans la consommation du bois de charbonnage. »

Pour les combustibles obtenus par des distillations successives moins prolongées, la même comparaison fait voir que les rapports des volumes du combustible et du charbon sont plus considérables que ceux des poids du même combustible et du charbon de forêt, et que la différence qui existe entre eux augmente à mesure que le charbon roux se rapproche de l'état du bois brut. Les volumes du bois et du charbon produisant le même effet calorifique, sont entre eux comme 3,33 est à 2,52.

Nous avons dit que dans l'emploi du bois au haut-fourneau, on ne dépassait point l'état E, et que le plus souvent on employait du bois moins calciné; que, du reste, il résultait de ce qui a été entrepris, que, bien que les bois voisins de l'état E soient moins riches en matières combustibles d'une manière absolue que ceux moins avancés, il y a tout autant d'économie à les employer, parce que, sans doute, la perte en combustible qu'ils ont éprouvée se trouve compensée par le désavantage d'un plus grand volume. Il est naturel d'ailleurs que la même quantité de chaleur, répartie en un volume plus considérable, ne produise pas le même effet sur les matières à fondre; et tout ce que l'on a fait jusqu'à ce jour, prouve que l'économie se maintient, et reste constante dans d'assez larges limites pour les combustibles. Il me semble que la limite précise inférieure est celle qui répondrait à l'emploi d'un bois, qui, à volume égal, donnerait la même quantité de chaleur que le charbon.

Ce résultat est un des plus importants à constater dans l'emploi du bois en partie carbonisé; car il prouve qu'en faisant perdre au bois environ les deux tiers de son poids par la calcination, on obtient le combustible qui, substitué au charbon de bois, donnerait autant d'économie que le bois parfaitement sec, ou amené à tous les degrés intermédiaires de calcination.

Si l'on parvenait dans la forêt même à obtenir un tel résultat par la calcination directe en meules, on aurait résolu le problème du maximum d'économie. Il n'importerait point d'ailleurs, dans ce genre d'opération, d'amener exactement toute la

masse au point dont il est question, ce qui serait toujours impraticable. On sait que les limites entre lesquelles on peut se tenir sont assez larges; et si quelques parties se trouvaient amenées à n'être que du charbon ordinaire ou à un état voisin, aucun inconvénient n'en résulterait, puisque, jusqu'à présent, dans la plupart des fourneaux, on n'a point employé pur le charbon des vases clos. Ce combustible, ainsi préparé, moins fragile que le charbon, éprouverait moins de déchet dans les transports et dans les halles. Il ne condenserait point, comme le charbon, la vapeur d'eau de l'atmosphère, car nous avons dit que les bois calcinés n'étaient point hygrométriques.

Il est assez intéressant de rechercher avec les pouvoirs calorifiques de divers charbons roux les quantités équivalentes de carbone introduites pour 1000 kil. de fonte dans l'ancienne marche du fourneau et dans la marche actuelle.

Au charbon de bois, 1000 kil. de fonte exigeaient 1530 kil. de charbon, qui représentent 1300 kil. de carbone pur, puisque 0,85 est le pouvoir calorifique du charbon de bois.

Dans la marche au bois, en prenant deux exemples, celui où la charge de 217 kil. a été ramenée à 102 kil., et le second où elle a donné 85 kil., c'est-à-dire l'état moyen et l'état extrême, on trouve, avec le tableau 1, que le premier cas introduit 59^k,16, et le second 54^k,40 de carbone avec 43^k,50 de charbon, valant 36^k,37 de carbone dans les deux cas, le tout pour 64 kil. de fonte, ce qui produit pour 1000, 1500 et 1400 de carbone.

On voit par-là que, même dans le cas le plus favorable, quand le combustible occupe le même

volume et produit la même quantité de chaleur que le charbon pur, quand il donne sous l'unité de volume le maximum de chaleur, le poids du carbone équivalent aux matières combustibles introduites est plus considérable dans la marche au bois que dans la marche au charbon, bien que nous ayons vu que la masse à fondre est moins considérable dans le procédé actuel que dans l'ancien. Ce fait, d'une plus grande consommation de carbone pur, n'a rien qui puisse surprendre, puisque, quel que soit le combustible introduit, même quand il donne la même quantité de chaleur théoriquement que le charbon à volume égal, il porte toujours avec lui le désavantage de renfermer une bien plus grande proportion de matières volatiles que ce dernier. Ces matières gazeuses, en brûlant, étendent le lieu de la combustion, et la température doit être moins élevée dans l'unité d'espace que si l'on y brûlait un combustible fixe. Par suite, il doit y avoir un excédant de combustible qui compense cette différence.

DISPOSITION DES FOURS A DESSÉCHER, ET EXPLICATION DES PLANCHES X ET XI.

Les fours de Haraucourt sont en ce moment au nombre de huit, disposés sur une même ligne à la suite du gueulard, et échauffés par la flamme qui se dégage de celui-ci. Une partie de cette chaleur perdue est employée à la calcination de la pierre calcaire, dans un four disposé à cet effet de l'autre côté du gueulard.

La chaleur développée par l'inflammation des

gaz combustibles peut servir à échauffer un plus grand nombre de fours; et l'on en construit huit autres à la suite des premiers, afin de marcher entièrement au bois.

La *fig. 1* (*Pl. X*) représente l'élévation du devant des fours. Le gueulard est surmonté d'une cheminée *A*; *BC* est la plate-forme. Le niveau du canal dans lequel circule la flamme est un peu au-dessus de cette plate-forme, environ de l'épaisseur d'une brique.

E, E sont des plaques posées irrégulièrement au-dessus du gueulard, et qui renvoient la flamme.

Tous les détails des plaques qui composent un four sont représentés par les *fig. 6* à *14*.

La *fig. 6* montre la plaque de fond qui repose sur la maçonnerie par la partie *eee* sur le devant, et par les bouts *ff* sur le derrière.

La *fig. 7* est une coupe transversale de cette plaque suivant *ab* de *fig. 6*.

La plaque des côtés longitudinaux (*fig. 8*) entre dans la rainure *gg*; deux boulons la fixent au tasseau *hh*.

La plaque verticale de derrière (*fig. 9*) vient s'appliquer contre les tasseaux *ii* (*fig. 8*), et *kk* (*fig. 6*), auxquels elle est boulonnée.

La plaque de devant (*fig. 10*) se fixe de la même manière contre les tasseaux *ll* (*fig. 8*) des mêmes plaques.

La plaque de dessus (*fig. 11*) est simplement posée sur les tasseaux *mm, nn, pp*.

a, b, b, sont (*fig. 8*) des ouvertures dans cette plaque pour le passage de la flamme.

Le corbeau *oo*, qui dépasse en avant la plaque

Description
d'un four.

de côté, supporte la lame (*fig.* 15). La partie *q* de cette lame est en retrait sur le devant, comme le montre le côté *fig.* 16; elle forme le crochet qui entre dans l'entaille *o' o'*. La disposition de ces lames se voit très-bien (*fig.* 1) dans l'élevation. Elles supportent la maçonnerie de devant des cheminées.

La *fig.* 12 montre la bouche du four appliquée sur la plaque de devant; la *fig.* 13 est la coupe de cette bouche par le plan vertical $\gamma\delta$ et la *fig.* 14 la coupe par le plan horizontal $\epsilon\eta$.

Ces plaques sont en fonte, moulées d'une seule pièce. Les joints d'assemblage sont mastiqués; la plaque de fond a 2 pouces et demi d'épaisseur; les autres 1 pouce, excepté celle de dessus, qui n'a que 10 lignes. Les lames qui supportent la maçonnerie de devant des cheminées, ont une épaisseur de 2 pouces et demi; leur largeur est celle d'une brique.

La *fig.* 2 présente des coupes horizontales faites à divers niveaux :

1° De *F* en *A'*, on voit une coupe prise au niveau *zz* de *fig.* 3. *C'* est la coupe d'une colonne qui soutient deux plaques de fond à la fois;

2° De *A'* en *B'*, on remarque une plaque de fond reposant sur la maçonnerie par ses deux extrémités;

3° De *B'* en *C'*, la coupe est faite au niveau du milieu d'une bouche de défournement;

4° De *C'* en *D'*, la coupe est prise immédiatement au-dessus du cadre horizontal de la porte de défournement, passant à travers l'ouverture *b* de la plaque de côté;

5° De *D'* en *E'*, la coupe est faite au niveau *z'z'* (*fig.* 2), à la hauteur de l'ouverture *a*. Elle coupe la plaque de côté à travers le corbeau, et montre ainsi les faces latérales de la cheminée *PQ*;

6° De *E'* en *F'*, la coupe passe au-dessus de la partie supérieure des fours. On voit la coupe des cheminées *PQ* qui donnent issue aux gaz du haut-fourneau, et la coupe des cheminées *P'Q'* qui répondent aux portes de défournement, et conduisent la fumée au dehors quand on fait tomber le bois dans les étouffoirs placés en avant, comme on le voit dans l'élevation *fig.* 1 et dans la coupe *fig.* 4.

La *fig.* 3 représente deux coupes verticales longitudinales, parallèles à la longueur du canal que parcourent les gaz combustibles. La première de ces coupes passe par le milieu d'un four; la seconde est faite derrière la plaque *M* de *fig.* 4.

La *fig.* 4 est une coupe en travers par un plan vertical passant au milieu d'un four. Elle montre le canal *DD* pour la circulation des gaz, la plaque de fond *I*, celles de devant, de derrière et de dessus assemblées. Un cadre en fonte *ff* borde l'ouverture de chargement; la maçonnerie vient à son niveau.

Ce cadre reçoit la porte de chargement qu'un poids maintient bien fermée. L'épaisseur de la maçonnerie, au-dessus de la plaque supérieure, est de 4 pouces. La même figure montre la coupe d'une des cheminées *P'Q'*, et celle des tuyaux de distillation.

Ces tuyaux sont composés de deux parties : la

première $a' b'$ fixe ; la seconde $c' d'$ mobile autour du point e' , comme centre ; $e' f'$ est une tige qui porte l'anneau $g' h'$, dans lequel est serré le tuyau.

Les matières qui se condensent viennent tomber dans le godet $i' k'$, qui les verse dans un canal en bois placé parallèlement à tous les tuyaux de distillation. Ce canal va verser ses produits dans un tonneau placé à l'extrémité.

On porte le bois sur le plancher P ; on charge par la porte de dessus P'' ; on défourne en p'' dans l'étouffoir dont on voit la coupe.

La *fig. 5* est une coupe en travers entre deux fours contigus, par le plan vertical passant en K (*fig. 2*). Ce plan coupe la colonne de support, une porte du canal des gaz, une brique qui permet l'entrée de l'air, la lame de devant, la cheminée qu'elle supporte P Q, et la coulisse T T'.

b'' , b'' représentent la coupe des lames de fonte qui règnent le long des fours, et qui constituent le chemin de fer sur lequel roule le chariot qui conduit la charge au gueulard.

En sortant du gueulard G (*fig. 2*), les gaz, dont l'enveloppe seule est enflammée par sa combinaison avec l'air ambiant, commencent à s'enfoncer un peu pour aller gagner l'ouverture FF (*fig. 2, 3*).

Cette ouverture est élevée au-dessus du niveau du gueulard ; le petit massif FF sert de pont. La quantité d'air extérieur, que l'on veut introduire et combiner à la sortie même du gueulard, est modérée à volonté au moyen des portes H, H. En circulant dans le canal D D (*fig. 3*), la flamme chauffe les plaques de dessous I.

Un espace libre K (*fig. 2, 3*), permet aux gaz de s'élever en léchant les côtés. Les conduits L, L leur permettent aussi de se rendre derrière la plaque M (*fig. 2, 4*).

Les petites ouvertures a , faites dans les plaques de côté, servent d'issue à la flamme qui a chauffé la surface M. Cette flamme est libre alors de se rendre le long de la partie supérieure de la plaque latérale, en suivant le chemin R' S' (*fig. 5*), dans la cheminée P Q placée entre deux fours contigus. Une portion de cette flamme latérale se rendra par les trous b, b contre la face de devant dans la partie R (*fig. 4*).

Quant à la partie de la flamme qui, venant de dessous la plaque de fond, circule en s'élevant dans l'espace K, suivant que la plaque horizontale T T' aura la position $t t'$ ou T T', elle suivra le chemin V V T' $t' T$ pour se rendre dans la cheminée où elle prendra la route V V T t . Dans le premier cas, elle chauffe principalement la partie postérieure de la plaque de côté ; dans le second cas, elle chauffe la partie antérieure. La plaque T T' est donc mobile le long des tasseaux $x x$, qui font partie des plaques de côté.

On la fait mouvoir avec un crochet qu'on introduit de X en T, en ôtant la brique X (*fig. 5*), représentée aussi dans l'élévation (*fig. 1*).

Cette brique permet en même temps de nettoyer le fond de la cheminée.

Les petits regards r, r , ménagés dans les portes du canal des gaz (*fig. 1*), correspondent à des ouvertures pratiquées dans la face opposée des fours ; on peut se procurer ces ouvertures en

ôtant une brique S" (*fig. 5*) dans la maçonnerie.

On obtient donc ainsi un courant d'air, qui coupe à angle droit le canal ou la direction de la flamme.

Cette disposition, faite par M. Baudelot à Ha-raucourt, permet de régler à volonté la quantité d'air que l'on veut combiner avec les gaz combustibles, et par suite la quantité de chaleur qu'on veut produire sous chaque four.

Le tirage est aussi réglé à volonté dans la cheminée PQ au moyen de registres qui consistent en de simples plaques de fonte horizontales, qui font une section dans la cheminée, et qui en font varier l'ouverture à volonté.

Ces registres peuvent se tirer sur le devant comme celui figuré en R" (*fig. 1*), ou bien par le côté au-dessus du corbeau de la plaque latérale et de l'intérieur des cheminées PQ.

La petite machine (*fig. 17, 18, 19, 20*), qui sert à transporter la charge au gueulard, a été suffisamment décrite.

Le petit déclic (*fig. 20*), monté sur l'axe de la manivelle, sert à arrêter le mouvement quand l'étau est assez élevé. Il empêche que l'étau, retombant rapidement, n'imprime à la manivelle un mouvement en sens contraire, qui pourrait occasionner des accidents.

Pour une manœuvre facile, les étouffoirs sont munis de roulettes au nombre de trois.

Je terminerai par l'indication des dépenses pour la construction des huit fours :

Dépenses pour la construction des huit fours.

	f.
12.000 briques, à 33 fr.	396,00
Pierres de taille, autres matériaux, etc.	133,00
Main d'œuvre.	753,25
Chaux	111,00
Modèles pour la fonte des fours.	150,00
Pont et plate-forme.	1.366,95
22.300 kil. de fonte, pour les fours, tuyaux, chariot, étouffoirs, etc.	6.690,00
	9.600 ^f ,20

Cette évaluation, en tant qu'on ne considère que les fours, est peut-être un peu forte, car on y comprend un pont par lequel on conduit le bois de la place de découpage sur le plancher qui règne autour du massif des fours. A Vendresse, où l'on a fait seize fours, on évalue à 1,000 francs le coût de chacun.

Fontes employées à la construction des huit fours.

8 bouches.	370 kil.
8 supports	450
8 fonds de fours	4.900
8 avant-bouches	512
4 pièces pour fermer le gueulard.	560
1 couronnement.	170
8 lames pour les cheminées.	520
9 plaques pour les cheminées.	144
8 plaques pour le derrière des fours.	1.184
8 plaques pour le devant.	1.024
8 plaques pour le dessus	758
16 pour les côtés,	6.480
	17.072

	<i>Report.</i> . .	17.072 kil.
9	plaques.	150
8	porte-tirettes	50
8	tirettes.	32
4	plaques sous les fours.	260
1	lame	49
4	bandes pour le haut.	140
2	grandes lames pour le chariot	1.680
8	tuyaux mobiles.	250
8	poids et 8 équerres pour le haut.	216
8	étouffoirs complets.	2.040
3	pièces pour modèle d'étouffoir.	155
3	pièces pour le chariot.	206
	Total. . .	22.300 kil.

NOTICE

Sur le combustible employé dans les usines à fer des départements des Hautes et des Basses-Pyrénées ;

Par M. LEFEBVRE, Ingénieur en chef des mines.

Les principales essences de bois, dont sont peuplées les forêts sur les deux versants des Pyrénées, appartiennent aux espèces sapin, hêtre et chêne. La première se rencontre dans les parties les plus élevées et les plus escarpées, et n'occupe jamais une grande étendue comparativement à la seconde. Il est rare que la difficulté du terrain permette de l'exploiter pour en faire du charbon, et, si on la rencontre sur des points accessibles, on la réserve ordinairement pour en faire des bois de construction, qui sont débités dans les nombreuses usines à scie, mues par l'eau et établies au milieu des forêts.

La seconde essence de bois est très-commune. Elle forme la presque totalité des grandes forêts qui ne se rencontrent guère que dans la moyenne région des Pyrénées. Elle est à peu près la seule qu'on exploite pour faire des bûches, des planches et du charbon.

Enfin la troisième essence qu'on rencontre presque exclusivement dans le fond des vallées, forme plutôt de grands bouquets de bois épars et des bordures que de véritables forêts. Le sol de ces forêts est peu varié. C'est un terrain de grauwacke, ou un terrain de calcaire et de schiste de transition. Dans ces terrains, la végétation des arbres est admirable, et, si elle n'est pas contrariée par la dent meurtrière des troupeaux de race bovine et chevaline, et particulièrement de bêtes à laine, on remarque que les hêtres et les chênes s'élancent rapidement et à la manière des peupliers. Dans les lieux où va paître le bétail, et où ne va-t-il pas dans cette contrée, ce n'est que lorsqu'il s'est formé un buisson fourré assez étendu pour que le milieu soit hors de son atteinte, que, de ce point seulement, on voit un arbre s'élever et mettre bientôt sa tête à l'abri de l'insulte des animaux. Mais malheur à lui s'il a cru sur la lisière d'un pâturage élevé et non boisé, car il n'échappera pas à l'insulte du pasteur qui l'écorcera impitoyablement sur une hauteur de 0^m,2 à 0^m,3 pour le faire périr sur pied, et conserver ainsi à son troupeau la plus grande étendue possible de parcours. Au reste, Français ou Espagnols, riches ou pauvres, tous conspirent contre les forêts; les uns parce que, étant propriétaires de troupeaux, ils ne veulent que des pâturages; les autres, parce que, pour leur chauffage, pour faire quelques sacs de charbon, pour se procurer des planches, des rames et des cercles pour tamis, ils abattent des arbres dont ils n'utilisent pas les troncs trop noueux et trop

gros pour être fendus et transportés facilement.

Le bois sur pied, employé à la carbonisation, est à un prix peu élevé sur les deux versants des Pyrénées. En effet, les communes espagnoles vendent le bois de hêtre sur pied, aux maîtres charbonniers, à raison de 0^f,50, la grande charge de charbon, composée de quatre sacs, contenant chacun 0st,146, et pesant, lorsque le charbon n'a pas été mouillé et est encore tiède, 30^k,62 ou 27^k,70, ce qui porte le poids du stère à 210 ou 190 kilogrammes, suivant, d'ailleurs, que le charbon est plus ou moins mélangé de menu, ou que le bois a trois ou douze mois de coupe. Ainsi, poids moyen, le sac pèserait 29^k,16 et le stère 200 kilogrammes.

D'après le produit en charbon d'une coupe de 70 hectares, assez bien garnis d'arbres, faite en 1828, dans la forêt de hêtres d'Haira (vallée de Baigorri), il résulterait qu'un hectare aurait rendu, terme moyen, 950 sacs ou 237,50 grandes charges de mulet ou 138,70 stères, ou enfin 277,50 quintaux métriques de charbon. En rapprochant ce résultat du prix 0^f,50 du bois sur pied, on trouve que les communes espagnoles, propriétaires de bois, vendent la coupe d'un hectare de hêtres de haute futaie à raison de 118^f,50, ou précisément le même prix que les propriétaires payent, par hectare et tous frais compris, les coupes de bois qu'ils achètent dans les forêts du versant français des Pyrénées.

Le procédé de fabrication du charbon ne diffère point de celui généralement en usage dans

toutes les forêts. On remarque cependant que les Basques, qui font du charbon pour les usines de Baïgorry, de Larrau et quelquefois pour celle d'Urdo, département des Basses-Pyrénées, le font en grandes meules, à bois debout, qui rendent 250 à 500 sacs, ou 36,50 à 73 stères de charbon, et que les Béarnais, qui travaillent pour les usines d'Urdo, Béon, Arthès-d'Asson et Nogaro, département des Basses-Pyrénées, et les paysans des environs des forges à la catalane d'Hèches et de Bize-Nistos, département des Hautes-Pyrénées, font le charbon en petites meules, également à bois debout, qui ne rendent guère que quatre à trente sacs ou 0st,584 à 4st,380 de charbon. Dans les grandes meules, le bois n'est jamais fendu, quelle que soit la grosseur des billes tandis que dans la formation des petites meules, on n'emploie que du petit bois de la longueur de 0^m,50 à 0^m,60, et provenant de jeune bois, de branches et de grosses billes faciles à fendre; car, quant aux billes et aux tiges d'arbres très-nouveuses, les charbonniers les laissent sur place.

Dans les Pyrénées on ne met point le bois en corde avant de le convertir en charbon, en sorte qu'on ne sait pas précisément ce que l'on consomme du premier pour obtenir une certaine quantité du second. Cependant, d'après la manière de compter des charbonniers, il y a lieu de présumer qu'on consomme, en volume, 3,263 à 3,013, ou, terme moyen, 3,138 de bois pour 1 de charbon, ou, en observant, d'après plusieurs expériences que nous avons faites, que le stère de bois de hêtre vert et en rondins non fendus et de

toutes sortes de grosseurs, pèse dans les Pyrénées 550 à 530, ou, terme moyen, 540 kilogrammes, 8,473 parties de bois pour une de charbon, évaluées en poids. Quoi qu'il en soit de la quantité de bois consommé, il paraît certain que la coupe d'un hectare de bois carbonisé en petites meules produit plus de charbon qu'en la carbonisant en grandes meules, parce que dans les petites meules le bois a une grosseur plus uniforme, et parce qu'on peut y convertir en charbon des bois qui seraient trop menus pour entrer dans la construction des grandes meules. L'usage des Béarnais convient pour la carbonisation des bois de haute futaie ou en taillis, exploités en jardinant, et des bois crus dans des lieux inaccessibles, et où il serait difficile de rencontrer des places de carbonisation suffisamment étendues, et de ramasser, sans beaucoup de frais, de grandes quantités de bois. En outre, il permet aux femmes et aux enfants de s'y occuper et d'opérer le transport à dos. L'usage des Basques est préféré dans les lieux accessibles aux bêtes de somme dans ceux où on peut faire coupe rase, enfin là où la population ne se livre pas à la fabrication du charbon, et où, par suite, on est obligé de traiter avec des étrangers, qui en général fournissent promptement de grandes quantités de charbon. Le maître de forge paye communément, à prix fait avec le maître charbonnier, par sac 0^f,40 à 0^f,45, ou, terme moyen, 0^f,425, soit par stère 2^f,912, et par quintal métrique 1^f,456.

Les deux opérations d'abattre le bois et de le couper de longueur convenable et en quantité

suffisante pour monter un fourneau capable de rendre 30 sacs de charbon, exigent quatre journées d'un ouvrier. Pour rapprocher le bois et dresser la meule, il en faut autant. Enfin, pour surveiller le feu de quatre à cinq charbonnières, feu qui dure quatre à cinq jours, il faut quatre à cinq jours d'un ouvrier. Ainsi, neuf journées à 0^f,75 l'une, non compris la nourriture évaluée à 0^f,50 seulement, parce que les charbonniers se nourrissent mal et ne boivent de vin que quand ils descendent à la forge ou au village, sont employées pour obtenir 30 sacs de charbon. D'après ces données, la façon du charbon coûte au maître charbonnier, par sac 0^f,375, par stère 2^f,57, et par quintal 1^f.285.

Lorsque ce sont les charbonniers eux-mêmes et leur famille qui s'occupent du transport, chacun d'eux porte ordinairement deux sacs, quelquefois plus, quelquefois moins, réunis vers le milieu par une corde qui s'appuie contre le front. Le prix du transport est calculé de telle sorte qu'une femme, allant chercher le charbon à cinq heures de marche et commençant sa journée à la pointe du jour pour la finir au soleil couché, gagne 0^f,70 ou environ par jour, ce qui donnerait, dans ce cas, 0^f,35 par sac. Si le transport est fait à dos de mulet, son prix est calculé de manière que cet animal, ordinairement chargé de quatre sacs, gagne à son maître 2^f,25 ou environ par jour.

Les sacs qui servent aux transports sont en toile de lin ou en étoffe de laine, et appartiennent aux ouvriers ou aux propriétaires des mulets.

Lorsque le charbon vient des forêts espagnoles on paye en sus du prix d'achat un droit d'entrée, qui, décime compris, s'élève, par grande charge ou quatre sacs, à 0^f,275, par stère à 0^f,471, et par quintal métrique à 0^f,235. Enfin, les frais pour la mise en magasin sont évalués, par grande charge à 0^f,02, par stère à 0^f,044, et par quintal métrique à 0^f,017. Dans quelques usines ces derniers frais n'existent pas.

Par sa concession de bois, d'où elle tire peu ou point de combustible, l'usine de Baïgorry est grévée, envers les communes copropriétaires de la vallée de Baïgorry, d'une redevance annuelle de 2.400 francs, et, en outre, des frais de trois gardes, dont l'un a un traitement de 720 francs, et les deux autres ensemble de 800 francs par an. En 1835, ces frais de redevance et de gardes ont augmenté le prix du charbon par charge de 0^f,2092, soit par stère 0^f,358, par quintal métrique 0^f,179. D'après ces données, le quintal métrique de charbon de hêtre emmagasiné aux usines, est revenu en 1835,

Savoir :

	fr.	
A Baïgorry.	à 5,08	valeur réelle ou probable du bois comprise.
Larrau.	3,18	<i>id.</i>
Urdos.	3,09	<i>id.</i>
Béon.	4,38	<i>id.</i>
Arthès-d'Asson.	3,52	<i>id.</i>
Nogaro.	3,52	<i>id.</i>
Hèches.	3,09	<i>id.</i>
Bize-Nistos.	3,09	<i>id.</i>

C'est du charbon de sapin, qui se paye au volume le même prix que celui de hêtre aux deux forges qui suivent.

Dans le charbon de bois de hêtre provenant

surtout du tronc des arbres, on remarque une multitude de fentes dans le sens des fibres et de la circonférence au centre. Ces fentes sont si rapprochées les unes des autres, que les morceaux de charbon semblent n'être composés que de coins presque aussi minces que du gros papier, et n'être unis les uns aux autres que par quelques fibres. Cette manière d'être du charbon de hêtre provenant de la carbonisation du gros bois, est cause qu'il est facilement écrasé dans les halles où il est emmagasiné, et qu'il se fait beaucoup de petits fragments très-minces qui remplissent en partie l'espace laissé vide entre les morceaux plus gros. Il arrive de là qu'en le mesurant de nouveau pour le livrer à la consommation des feux, on ne trouve plus, en volume, la quantité qui a été reçue, mais une autre qui est moindre que cette dernière de 10 à 12, ou, terme moyen, 11 pour 100. Examinons si cette diminution dans le volume est, comme on le dit dans les usines, un déchet de halle ou plutôt une perte réelle, car c'est sous ce dernier point de vue qu'on considère ordinairement cette diminution.

Lorsqu'on livre du charbon pour la consommation des feux, le remplisseur de corbeilles fait avec un râteau un premier triage du charbon le plus gros qu'il envoie au haut-fourneau, et celui qui reste, après avoir été débarrassé du poussier, est emporté pour les besoins des feux d'affineries. Ce dernier pèse, terme moyen, 230 kilogrammes le stère, et le premier 200 kilogrammes, c'est-à-dire le même poids que le charbon arrivant de la forêt et avant d'être emmagasiné; ces poids

étant pris dans les mêmes conditions, c'est-à-dire les charbons étant non mouillés et encore tièdes. Si maintenant on observe que pour affiner la fonte on consomme un volume de charbon égal ou à peu près à celui nécessaire pour la produire, on trouvera que N représentant le nombre de stères entrés dans les halles, $\frac{0.89}{2} N$ représentera celui consommé dans le haut-fourneau, et $\frac{0.89}{2} N$ celui consommé dans les feux d'affineries. En multipliant chacun des deux premiers nombres par 200 kilogrammes et le troisième par 230 kilogrammes, et retranchant du premier produit la somme des deux autres, on aura $200 N$ kil. — $(89 + 102,35) N$ kil. = $8,65 N$ kil. Ce résultat montre que, sur la totalité du charbon emmagasiné, 4,325 pour cent ont été convertis en poussier ou charbon trop menu pour être utilisé dans les feux. Ces 4,325 pour cent du poids ou du volume du charbon reçu en magasin sont ce qu'on peut appeler le *déchet réel*, et la différence $11 - 4,325 = 6,675$, ce qu'on peut désigner sous le nom de *déchet apparent*; car si le charbon qu'elle représente ne se retrouve plus dans la consommation prise au volume, on la retrouve quand on évalue celle-ci au poids.

D'après ces considérations, on trouve que le quintal métrique de charbon consommé dans les feux est revenu, en 1835,

Savoir :

	fr.
A Baïgorry à	5,30
Larrau	3,32
Urdos	3,22
Béon	4,57
Arthès-d'Asson	3,67
Nogaro	3,67
Hèches	3,22
Bize-Nistos	3,22

MÉMOIRE

Sur les courants électriques observés dans les filons de Cornouailles ;

Par M. W. J. HENWOOD, membre des sociétés géologiques de Londres et de Paris, etc.

Traduit de l'anglais par M. Eugène CORDIER.

Dans ce mémoire, j'ai pour objet de décrire sommairement les caractères géologiques du Cornouailles, pays dans lequel la plupart des expériences sur l'électricité souterraine ont été faites, la méthode que l'on a suivie dans les observations et les résultats qui ont été obtenus. Je me propose aussi de rechercher les causes probables des courants électriques observés; enfin j'examinerai si les théories établies sur ces expériences sont bien fondées.

On sait que c'est à M. W. Fox qu'est due la découverte de l'existence de courants électriques dans quelques filons métallifères de Cornouailles (*Transactions philosoph.* 1830, p. 399); cette découverte fut bientôt suivie par une belle expérience de M. Barlow, dans laquelle les phénomènes que présente l'inclinaison de l'aiguille aimantée furent observés aussi exactement qu'il est possible, en suspendant un barreau aimanté au-dessus de différents points d'un globe creux, autour duquel de l'électricité voltaïque circulait au moyen de fils de cuivre placés parallèlement à la latitude

(*Transactions philosoph.* 1831, p. 99). Ces découvertes doivent avoir été regardées comme confirmant la théorie de M. Ampère sur l'origine électrique du magnétisme terrestre.

Les filons de Cornouailles traversent également, et sans interruption, le granite et les roches schisteuses qui constituent le pays; ils consistent en plaques d'une immense étendue, et très-inclinées. Considérés sur une petite échelle, ils présentent non-seulement des courbures et des irrégularités nombreuses dans leur direction comme dans leur inclinaison, mais encore des épaisseurs très-variables; vus en grand, ils se dirigent presque en ligne droite. Ils sont principalement composés de quartz et d'autres minéraux terreux, mélangés en plusieurs endroits avec des substances métalliques, savoir: des pyrites cuivreuses et des pyrites ferrugineuses, du minerai de cuivre vitreux, de l'oxide d'étain, de la blende, de la galène, associés avec d'autres minéraux qui sont en petite quantité; tels que du cuivre natif, de l'oxide rouge et des carbonates de cuivre, des sels de plomb, etc.; toutes ces substances sont souvent mêlées (mécaniquement) d'une manière si intime et si confuse, avec les substances terreuses qui forment la gangue des filons, que leur séparation est dans nos mines une des opérations les plus difficiles et les plus coûteuses.

Ces minerais, distribués irrégulièrement en veines, en grains, en cristaux, et sous d'autres formes variées, affectent ordinairement une disposition inclinée à travers le filon lui-même (en branches *stutsor shoots*); et cette inclinaison va presque partout du granite vers le phyllade

(*slate*), quelle que soit celle de ces deux roches qui contienne le filon. On rencontre le plus souvent le minerai de cuivre vitreux dans les portions des filons qui sont dans le granite et dans les roches de phyllade vert massif (*green-stones*) qui y sont contiguës, tandis que les pyrites cuivreuses se trouvent plus communément dans les gîtes qui traversent les membres schisteux de la série des phyllades ordinaires (*slate*). Il y a cependant plusieurs exceptions à ces deux faits.

Les minerais d'étain sont plus abondants dans les districts de granite que dans ceux de phyllade (*slate*), quoiqu'on en ait trouvé en très-grande quantité dans ces derniers. Il est généralement reconnu que, sauf quelques rares exceptions, les parties les plus productives d'un filon métallifère (*lode*) donné, sont celles qui se rapprochent le plus de la position verticale.

Il est également vrai, mais avec beaucoup d'exceptions, que dans les filons métallifères (*lodes*) parallèles, les minerais se rencontrent généralement dans la direction nord et sud; mais en outre le même filon est rarement productif dans le granite comme dans le phyllade (*slate*), et réciproquement. Il arrive cependant que des filons parallèles sont riches en minerais semblables dans des roches différentes; ainsi les filons des mines de Wheal Vor et de Great Work, sont exploités dans le granite comme dans le phyllade (*slate*); mais la première de ces mines est plus productive dans le phyllade (*slate*), et la seconde dans le granite. A la mine de Tresavean, le minerai de cuivre se trouve toujours dans le granite, tandis que dans les filons parallèles des mines

adjacentes, dites United-mines, Wheel-squire et Ting-Tang, ce minerai ne se trouve que dans le phyllade (*slate*).

La direction générale des principaux filons métallifères est à peu près de l'est à l'ouest (magnétique); mais il y a une seconde série, celle des filons, dits *contrà lodes*, qui se dirige du nord-ouest au sud-est. Ces deux systèmes sont ordinairement entrecoupés et souvent disloqués par une troisième série, celle des filons, dits Croiseurs (*cross courses*), dont la direction est du nord au sud (1). L'inclinaison des filons est d'ailleurs tantôt dans un sens et tantôt dans un autre, à partir de la ligne de direction. Les filons métallifères, dits *lodes*, par exemple, inclinent quelquefois vers le nord, et d'autres fois vers le sud. Quant aux directions, elles coïncident plus ou moins avec les lignes de la structure symétrique, par lesquelles les deux séries des roches encaissantes sont divisées.

Il y a cependant un district assez étendu, c'est celui de Saint-Just, dans le comté de Cornouailles, dans lequel des filons métallifères se dirigent à peu près du nord au sud; tandis que les filons croiseurs (*cross courses*) particuliers, qui sont appelés *guides*, se dirigent du nord-est au sud-ouest.

(1) En Cornouailles, le mot *lode* désigne un filon riche en minerai d'étain et de cuivre. On appelle *courses* les filons stériles et *cross courses* les mêmes filons stériles, lorsqu'ils croisent des filons stannifères ou cuivreux. Les *cross courses* contiennent quelquefois des minerais autres que ceux de cuivre ou d'étain; ils prennent le nom de *guides* dans leur partie, qui est voisine des *lodes* exploitables.

L'étendue considérable des travaux que l'on exécute dans les mines de Cornouailles donne de grandes facilités pour examiner la température souterraine. Je me suis convaincu, par une série d'observations nombreuses, qu'à toutes les profondeurs auxquelles on est parvenu jusqu'à présent, les roches phylladiennes (*slate rocks*) sont, terme moyen, de deux ou trois degrés plus chaudes que le granite au même niveau. (*Annales des Sciences générales*, IV, 198.)

M. Fox dit, en parlant des substances minérales que l'eau de quelques-unes des mines tient en dissolution (*Transactions géologiques de Cornouailles*, III, p. 323): « J'ai examiné l'eau du » fond de plusieurs mines profondes, et je trouve » qu'elle contient généralement très-peu de matière étrangère, la quantité moyenne n'excédant » pas 5 ou 6 grains par pinte. La pureté relative » de l'eau ne semble avoir aucun rapport avec la » température ni avec la profondeur des mines; » par exemple, le dépôt de l'eau prise dans les » deux mines, les plus profondes du comté, Dol-coath et Huel Abraham (chacune d'elles a environ 250 toises de profondeur), n'excédait pas, » dans l'un et l'autre cas, après l'évaporation, 2 » grains par pinte. D'un autre côté, l'eau des mines dites Consolidated-Mines, après avoir été » évaporée, a laissé un résidu de 10 grains par » pinte, celle d'Huel-Unity de 16 grains, celle » d'une galerie de Poldice de 19 grains et celle » d'une autre galerie de 92 grains. »

Les sels muriatiques, surtout ceux à base de chaux, sont très-abondants dans les résidus; dans quelques cas j'ai découvert du sel ordinaire,

particulièrement dans l'eau du fond des mines dites United-Mines, Consolidated-Mines, Huel-Unity et Poldice. Sur les 92 grains de résidu ci-dessus mentionnés, et provenant de cette dernière mine, j'ai reconnu que 24 grains étaient du muriate de soude, 52 grains du muriate de chaux et de magnésie, et le reste de l'acide muriatique avec du fer et du sulfate de chaux. L'eau d'une autre partie de la même mine contenait 5,5 grains de sel ordinaire. Toutes ces mines sont dans le Talcite Phylladiforme (*killas*), et à plusieurs milles de la mer, excepté Dolcoath et Huel-Unity, où l'on exploite également dans le granite et dans le phyllade (*slate*).

Ici finissent les observations sommaires que j'avais à présenter sur les caractères géologiques du pays, et sur les phénomènes souterrains qui se rapportent à mes recherches.

Quant à la méthode suivie pour faire les expériences, voici en quoi elle a consisté : On appliquait avec pression des plaques de cuivre laminé, longues d'environ 18 ou 20 pouces, et larges de 3 à 4, contre les portions des substances métalliques contenues dans le filon, que l'on croyait propres à être examinées. A chacune de ces plaques était attaché un fil de cuivre de 0,05 pouce de diamètre, que l'on tordait autour aussi fortement que possible; les bouts opposés de chaque fil étaient mis en communication avec le galvanomètre, suivant la manière ordinaire. Dans quelques cas on n'avait besoin que de quelques pieds de fil de métal pour mettre en communication les différentes stations, et dans d'autres on en employait plusieurs toises (dans une circonstance 600). Dans plusieurs

cas les points d'observations étaient situés à la même profondeur et sur un filon continu; dans d'autres, ces points, tout en étant à la même profondeur et sur un même filon, étaient pris sur les côtés opposés à un filon croiseur (*cross course*) qui disloquait le filon; dans d'autres encore, les stations étaient au même niveau, mais sur des filons différents; souvent enfin différents points, choisis à diverses profondeurs, soit dans le même filon, soit dans différents filons, étaient mis en communication par le moyen du galvanomètre. Les filons métallifères, sur lesquels les expériences ont été faites, se dirigeaient d'ailleurs de l'est à l'ouest, du nord-est au sud-ouest, et du nord au sud.

On a obtenu à peu près les mêmes résultats, quelle que fût la direction des filons. On n'a découvert aucune électricité dans les filons qui contiennent du minerai d'étain seulement, et dans plusieurs de ceux où l'on trouve du cuivre, surtout lorsqu'il y avait une masse continue de minerai de cuivre entre les points examinés. Dans plusieurs circonstances, cependant, où tout l'espace intermédiaire consistait en riche minerai de cuivre, on a observé quelquefois l'action la plus énergique. Mais en général, dans de pareils cas, les courants étaient très-faibles. Néanmoins, quand une masse continue de minerai était interrompue, soit par une partie improductive du filon métallifère (*lode*) lui-même, soit par un filon croiseur (*cross course*), les courants étaient plus prononcés. Les substances que contiennent les filons, dans lesquelles on a obtenu le plus grand développement d'électricité, sont, savoir : des pyrites de

cuivre, du minerai de cuivre vitreux, du minerai de cuivre noir, de la galène et de la blende. Ajoutons maintenant que c'est seulement dans les parties métalliques des filons que des courants ont été reconnus; car quoiqu'on ait employé les mêmes moyens, tant à l'égard des matières terreuses stériles que contiennent les filons métallifères (*lodes*), qu'à l'égard des roches elles-mêmes (comme dans les filons d'étain), dans aucun cas on n'a découvert les moindres traces d'électricité.

M. Fox a aussi trouvé que les filons de plomb, dans le calcaire carbonifère du nord du pays de Galles, étaient dépourvus de courants électriques (*Transactions géologiques de Cornouailles*, IV, 23). M. de Strombeck a répété les mêmes expériences dans quelques filons dirigés de l'est à l'ouest, qui traversent le phyllade (*clay slate*) et la grauwacke schisteuse, auprès de Saint-Goar sur le Rhin. Un de ces filons contenait des pyrites cuivreuses, du minerai de cuivre gris et de la galène; un autre du carbonate et du phosphate de plomb, du minerai de cuivre gris, du minerai de fer brun et un peu de blende, de fer spathique et de galène. Cependant dans aucun cas il ne put découvrir de traces d'électricité (*Archives de minéralogie, etc.*, de Karsten, VI, 431; et *Bulletin de la Société géologique de France*, VI, 53).

M. Fox, en annonçant sa découverte (*Transactions philosophiques*, 1830, p. 399), s'exprime ainsi: « La direction de l'électricité positive a été » trouvée dans quelques cas de l'est à l'ouest, et » dans d'autres de l'ouest à l'est, et quand on com- » paraît des filons parallèles, sa tendance géné-

» rale était, à ce qu'il m'a semblé, du nord au » sud, quoique dans plusieurs circonstances ce » fût l'opposé. Dans les filons qui se relèvent vers » le nord, l'est était ordinairement positif par » rapport à l'ouest, mais on a observé le contraire » dans les filons qui montent vers le sud, à une » seule exception près, qui n'a eu lieu que dans » des circonstances assez extraordinaires. En com- » parant d'ailleurs l'état relatif des filons à diffé- » rentes profondeurs, les points d'observation si- » tués le plus bas paraissaient être négatifs par » rapport à ceux qui leur étaient supérieurs; mais » il y avait quelquefois exception lorsqu'un filon » transversal de quartz ou d'argile était interposé » entre les plaques de cuivre, et que la plaque la » plus élevée était du côté négatif par rapport aux » courants horizontaux. »

J'ai eu l'honneur d'aider M. Fox dans sa première expérience, et de faire plusieurs de celles qui sont détaillées dans son premier mémoire sur cette matière, ainsi qu'il en a fait mention lui-même. J'ai ensuite étendu mes expériences dans les mines de toutes les parties du Cornouailles, et j'ai fait en totalité 57 séries différentes d'observations, dont 45 ont été dirigées par moi, soit entièrement, soit en partie: le tableau suivant en présente le résultat général:

DIRECTION des filons.	INCLINAISON des filons.	DIRECTION des courants électriques et nombre des observations.
De l'Est à l'Ouest.	Nord.	De l'Est à l'Ouest, 18
<i>Idem.</i>	<i>Idem.</i>	De l'Ouest à l'Est, 6
<i>Idem.</i>	Sud.	De l'Est à l'Ouest, 1
<i>Idem.</i>	<i>Idem.</i>	De l'Ouest à l'Est, 35
Du Nord-Ouest au Sud-Est.	Sud-Ouest (1).	Du N.-O. au S.-E., 1
<i>Idem.</i>	<i>Idem.</i>	Du S.-E. au N.-O., 8
Du Nord au Sud.	Est.	Du Nord au Sud, 1
<i>Idem.</i>	<i>Idem.</i>	Du Sud au Nord, 3
<i>Idem.</i>	Ouest.	Du Nord au Sud, 1

Lorsque des points situés à des profondeurs différentes ont été mis en communication, dans 13 cas les courants ont été ascendants, et dans 35 cas descendants.

Dans 36 expériences les courants se dirigeaient vers le granite, et dans 21 ils partaient du granite.

Ces données posées, nous pouvons maintenant examiner à quelles causes on peut attribuer les courants électriques souterrains.

Dans les *Rapports de l'association britannique*, III, p. 118, M. Christie a fait une objection aux conclusions tirées par M. Fox, objection que je lui avais moi-même souvent faite; c'est que les fils

(1) Il n'y a pas eu d'observations sur ceux des filons de cette classe qui inclinent vers le nord-est,

de métal que l'on avait employés pouvaient, par leur contact avec les minerais, avoir produit les courants observés. Mais M. Fox a complètement détruit cette objection au moyen d'une expérience très-bien imaginée, qui a consisté à opérer alternativement avec des plaques de cuivre et de zinc, et dans quelques circonstances avec des plaques de zinc seulement: la direction des courants a été la même dans tous les cas. (*Rapports de l'association britannique*, IV, 572.)

Deux opinions, autant que je puis le savoir, ont jusqu'à présent été exposées relativement à l'origine des courants dont il s'agit; l'une, qu'ils sont thermo-électriques; l'autre, qu'ils sont voltaïques. M. Fox a fait allusion à ces deux opinions, mais il semble à présent préférer la dernière, et M. de Strombeck paraît être du même avis. A cet égard je ferai les remarques suivantes. Si les courants sont voltaïques, ils doivent certainement être accompagnés de décompositions chimiques; mais alors quelles substances subissent ces changements sous terre? Nos pyrites cuivreuses constituent des bisulfures, et sont très-peu propres à se décomposer dans des circonstances ordinaires; mais en outre leur décomposition, en la supposant opérée par l'intermédiaire de l'oxygène, mettrait une grande quantité de soufre à nu; or, nous ne trouvons aucune trace de ce minéral dans nos filons. On ne peut pas dire non plus que les minerais de cuivre, de zinc, etc., se métamorphosent sur place, car, après avoir été extraits de leurs gîtes, ils se présentent constamment purs et brillants. Il est évident que des décompositions, capables de produire des quantités si énormes d'électricité, auraient occasionné des effets très-appa-

rents à l'intérieur de ces minerais ainsi qu'à leur surface.

Nous avons vu qu'on n'a découvert aucuns sels sulfuriques dans les eaux des mines de Cornouailles, et jamais aucune des personnes qui sont descendues dans les exploitations n'a été frappée des changements chimiques qui devraient s'y passer. On n'y rencontre presque jamais de sulfate de cuivre, et cependant, dans l'hypothèse que je combats, ce sel serait continuellement produit en abondance. A la vérité l'influence atmosphérique, accompagnée des infiltrations de l'eau et d'une température assez élevée, pourrait occasionner plusieurs changements chimiques; mais où est la preuve que ces changements mêmes sont étendus et nombreux?

D'un autre côté, il est à remarquer que le développement d'électricité voltaïque doit suivre l'élévation de température (1), et comme la chaleur du sol augmente à mesure que nous descendons dans les mines, il s'ensuivrait que les courants placés le plus profondément seraient ceux qui auraient le plus d'énergie; mais rien de cela n'a lieu.

Enfin nous sommes dans l'ignorance quant aux substances minérales que contient l'eau des différentes roches qui encaissent les filons; mais quoi qu'il en puisse être de l'existence et de la nature de ces substances, du moment qu'on les suppose uniformes, et qu'on veut leur attribuer une action, nous pouvons dès à présent faire cette remarque importante, savoir: qu'il faudrait admettre que l'influence des eaux dont il s'agit, pour

(1) Faraday, 3^e série, *Magasin philosophique*, VI, 414.

exciter des courants électriques, serait précisé-ment la même dans des cas dissemblables, puisque, par exemple, il est constant que les minerais de cuivre sont contenus dans des roches dont les caractères sont très-différents.

Après avoir présenté les objections qui précédent, nous rappellerons que tous les métaux, plusieurs minerais, et parmi ces derniers les sulfures de cuivre et de plomb, et les pyrites de fer, quand ils sont chauffés inégalement, sont traversés par des courants électriques de très-peu d'intensité, quoique très-abondants.

M. Fox établit, dans une communication qu'il fit en 1834 à la société géologique royale de Cornouailles, que les pyrites cuivreuses, étant chauffées, étaient positives par rapport au minerai de cuivre violet, au minerai de cuivre vitreux, à la galène et aux pyrites de fer; que l'élévation de la température produit de l'électricité positive dans les sulfures de cuivre et de plomb, et de l'électricité négative dans les pyrites de fer.

Il est bien connu « que des métaux étrangers, mis en contact avec un circuit homogène auprès du point d'application de la chaleur, participent à l'action, et tendent à déterminer un courant. » (*Magasin philosophique de Prideaux*, 3^e série, 1833, III, p. 272.) Or, en voyant les résultats compliqués qui se présentent quand quelques métaux seulement sont employés, pourrions-nous attendre de la simplicité là où un si grand nombre d'éléments entrent dans le circuit?

Nous avons vu que les substances que contiennent nos filons consistent en plusieurs minerais de beaucoup de métaux: qui se hasarderait à prédire la direction d'un courant thermo-électrique

excité dans un massif où les éléments varieraient dans leur nombre, leur grandeur et la direction de leur masse ; éléments qui, dans quelques endroits, seraient mis en connexion, dans d'autres seraient disjoints, ici se trouveraient mêlés, là séparés, coïncideraient dans un lieu, seraient opposés dans un autre, se montreraient parallèles dans quelques situations, et transversaux dans d'autres ? Il est évident que la température du phyllade (*slate*), plus élevée que celle du granite et que celle des masses de minerai qui inclinent de cette dernière roche vers la première, offre des conditions très-favorables pour le développement des phénomènes thermo-électriques. Afin de voir comment cette opinion s'accorde avec les faits, nous allons établir un cas qui les renfermera tous.

Supposons qu'une masse de minerai de cuivre, commençant près de la surface du sol dans le phyllade (*slate*), se prolonge vers le granite ou dans le granite même, et que la portion supérieure se compose de pyrite cuivreuse, et la partie inférieure de minerai de cuivre vitreux. Nous aurons alors, en considérant une ligne horizontale donnée, le minerai positif (les pyrites) dans la roche la plus chaude, et le minerai négatif (le cuivre vitreux) dans la plus froide ; il y aurait un même résultat, soit que chaque minerai eût, loin du point de contact, une température différente, soit qu'au point de contact leur température fût semblable. Dans les deux cas il se produirait un courant vers le granite.

Si au contraire nous prenons une ligne verticale, les conditions deviennent différentes ; car alors, si les points d'observation sont éloignés dans le sens de la profondeur, la température plus

élevée du minerai de cuivre vitreux dans certain cas, peut rendre ce minerai positif par rapport aux pyrites cuivreuses. En général il est clair que les différences de profondeur peuvent compenser l'inégalité naturelle de la température du granite et du phyllade (*slate*), et qu'ainsi des courants peuvent être excités dans des directions opposées à celles qui se présenteraient, si les deux minerais étaient échauffés également et en contact l'un avec l'autre, ou si les pyrites étaient plus chaudes que le cuivre vitreux. Il est également évident que dans plusieurs cas des *minerais étrangers* peuvent déterminer la direction des courants, et que de plus petits circuits peuvent se neutraliser l'un l'autre.

Ajoutons qu'on ne serait pas fondé à espérer de trouver quelques rapports entre la direction des courants et les points choisis pour faire les expériences dont nous nous occupons ; car la température de ces points, quoique participant à la chaleur naturelle du lieu où chacun d'eux est situé, est constamment modifiée par la combustion des chandelles et de la poudre à canon, par la présence des ouvriers et par la circulation de l'air des autres parties des excavations ; il est évident que la surface extérieure des minerais, sur lesquels on opère, doit être continuellement soumise à toutes ces influences.

Tout ce que l'on pourrait faire relativement à la détermination des excitations qui sont dues à des différences de température, ce serait de chercher à les rapporter aux températures moyennes de la totalité des masses soumises à l'expérience ; or, mes observations n'étant qu'approximatives, ne peuvent fournir que des indices imparfaits de

ces moyennes températures pour les cas dans lesquels j'ai opéré.

Il me reste à traiter des opinions et des théories auxquelles les expériences sur l'électricité souterraine ont donné lieu jusqu'à présent.

Rapprochées des résultats de la belle observation de M. Barlow, les expériences semblent, au premier aperçu, confirmer l'opinion que le magnétisme terrestre est d'une origine électrique. Mais on a vu précédemment que les courants n'ont point d'uniformité dans leur direction, même dans les filons parallèles, et qu'ils existent avec autant de force dans les filons qui se dirigent du nord-ouest au sud-est et du nord au sud, que dans ceux dont la direction est de l'est à l'ouest; il faut considérer, d'ailleurs, que nous ne pouvons encore parler du pays de Cornouailles qu'avec peu de certitude; et que, quant à toutes les autres parties du globe, nous ne pouvons jusqu'à présent que faire des conjectures.

Remarquons encore que, si les courants électriques observés jusqu'à présent ont quelque effet sur un barreau aimanté suspendu librement, ils doivent certainement former des angles entre eux; cependant, dans les mines de Saint-Just, les courants sont parallèles au méridien magnétique.

D'un autre côté, on s'est servi de la découverte de courants électriques dans les substances que contiennent à présent nos filons, pour établir, d'après l'existence de ces courants, une théorie de l'origine des filons eux-mêmes. M. le professeur Sedgwick, dans un de ses éloquents discours à la société géologique, s'exprime ainsi qu'il suit: «Après les expériences importantes de M. Fox,

» il ne peut, à ce que je crois, y avoir aucun
» doute que les grands filons (*dykes*) verticaux
» de minerais métalliques qui traversent tant de
» portions du comté de Cornouailles, ne doivent
» leur existence, du moins en partie, à quelque
» grand développement de la puissance électro-
» chimique.»

J'avoue que je ne vois rien, dans les expériences faites jusqu'ici, qui puisse appuyer une pareille opinion; cette opinion serait certainement beaucoup mieux fondée sur les observations que M. Becquerel a publiées il y a déjà quelques années. En effet, on sait que cet ingénieux physicien, au moyen d'un tube de verre recourbé en deux branches parallèles, divisé à sa partie coudée par un peu d'argile humide, et rempli dans chaque branche par des dissolutions de substances différentes qu'il faisait communiquer à l'aide de fils métalliques, a obtenu des cristaux de cuivre métallique, de l'oxide rouge de cuivre et du cuivre vitreux, de l'argent métallique, du sulfure d'argent, de la galène, du sulfure d'antimoine, et beaucoup d'autres substances; l'électricité, développée par les dissolutions, ayant seule produit tous ces effets.

La théorie que M. Fox a récemment mise au jour suppose que les fentes, dans lesquelles les filons se sont formés, se sont agrandies graduellement, et que les substances que ces fentes contiennent actuellement ont été successivement déposées par les courants électriques qu'aurait produits l'action de dissolutions salines sur la masse des roches qui forment les encaissements. J'examinerai dans une autre occasion, si la première partie de cette théorie (l'ouverture gra-

duelle des fentes, que du reste Werner a également admise autrefois) est conforme aux phénomènes du comté de Cornouailles; quant à présent, je ne m'occuperai que de la partie électrique de la théorie dont il s'agit.

La découverte de courants électriques, dans les substances que contiennent actuellement nos filons, ne me paraît avoir aucun rapport nécessaire avec la manière dont ces matières ont été déposées originairement; et quand même elle en aurait, il resterait à expliquer, non-seulement pourquoi il n'existe pas de courants dans les filons (*lodes*) d'étain, mais encore comment beaucoup de filons de plomb et de cuivre en sont également dépourvus.

La direction des filons métallifères de Saint-Just, est, ainsi que cela a déjà été dit, parallèle au méridien magnétique; cependant on suppose que dans cette série les courants ont agi de préférence vers la ligne des filons croiseurs (*cross-veins*) particuliers, qui portent le nom de guides, ligne qui se dirige à peu près du nord-est au sud-ouest. On admet que les courants ont dû former plus facilement des angles droits avec le méridien magnétique que tout autre angle, et c'est par cette facilité que l'on essaie d'expliquer comment les filons, qui se dirigent de l'est à l'ouest et du nord-ouest au sud-est, se sont remplis de préférence à ceux qui se dirigent du nord au sud; d'un autre côté, néanmoins, on suppose que tous les dépôts métallifères sont synchroniques. Ajoutons ici une remarque importante, et qu'il ne faut pas perdre de vue, c'est que la direction de l'aiguille aimantée est un élément incertain et continuellement variable; et que, par exemple, les forces,

qui lui sont maintenant parallèles, ne l'étaient pas il y a quelques années, et ne le seront pas dans peu de temps. Il en est de même des forces qui croisent actuellement cette direction à angles droits.

On établit qu'une roche est positive et que l'autre est négative (M. Fox n'a pas dit quelle était celle qu'il suppose être dans l'un ou l'autre état), et que c'est par cette cause que tel minerai s'est déposé dans le granite, et tel autre dans le phyllade (*slate*). Mais nous avons vu que dans les exploitations contiguës de Huel-Vor et de Great-Work, tout le minerai d'étain de l'une de ces exploitations est dans le phyllade, et que dans l'autre tout le minerai de même nature se trouve au contraire dans la roche granitique; que dans la mine de Tresavean, les minerais de cuivre sont tous dans le granite, tandis que dans les filons parallèles des mines dites United-Mines, Wheal-Squire et Ting-Tang, ils sont entièrement dans le phyllade.

M. Fox nous dit en outre, « que différentes solutions salines, capables d'exciter une action voltaïque, existent dans les roches, et que ces dissolutions doivent donner naissance à des courants voltaïques, quand bien même il n'y aurait aucune autre cause suffisante pour les produire. » (Rapport sur une lecture faite à Redruth. West Briton du 4 novembre 1836); mais j'ai précédemment établi que les courants découverts dans nos filons ne s'étendent point au delà de chaque espace qui est occupé par des substances métalliques; et que, quoique les mêmes moyens d'expérience aient été appliqués aux roches encaissantes et aux matières terreuses que contiennent les filons, aucune trace

d'électricité n'a encore été reconnue dans les unes ni dans les autres.

M. Fox omet d'indiquer quelle était dans son hypothèse la position qu'occupaient primitivement les métaux, qu'il suppose avoir été déposés par les courants; cependant c'est un point qu'il serait très-nécessaire d'approfondir, car ces métaux peuvent avoir été originairement hors de la portée de l'électricité. Si l'on suppose qu'ils ont été en dissolution, ce n'est évidemment qu'une application des expériences de M. Becquerel; mais où sont à présent les dissolvants? Enfin, si l'on établit que les courants ont agi dans les fentes seulement, quelle puissance a donc rassemblé les matières qui originairement n'y étaient pas contenues? Si la puissance a agi au delà des fentes, pourquoi les minerais n'ont-ils pas été déposés hors de celles-ci?

Quant à moi, je regarde les courants électriques souterrains comme purement locaux; leur origine est probablement due aux inégalités de la température qui est propre aux différents minerais, tant à raison des roches encaissantes qu'à raison des profondeurs où ils sont situés. Cette origine tient peut-être aussi à des alternances voltaïques des diverses substances métalliques. Ces alternances peuvent, dans une certaine limite, produire des effets analogues à ceux qui résultent des changements chimiques. Mais je ne crois pas qu'elles puissent exercer aucune autre fonction importante dans l'économie de la nature.

NOTICE

Sur un lit de mine inventé par M. Valat;

Par M. CORDIER, Inspecteur général des mines.

Les moyens employés dans l'intérieur des mines pour transporter, jusqu'aux puits de service, les ouvriers blessés ou asphyxiés, et surtout pour les élever au jour, à partir du fond de ces puits, n'ont rien de fixe; dans chaque exploitation, on a coutume de les improviser suivant les ressources dont on peut disposer au moment des accidents, et souvent ces ressources sont si incomplètes, qu'il résulte de leur emploi, non-seulement des douleurs intolérables pour les malheureux mineurs qui ont des membres fracturés, mais encore une aggravation des fractures et de nouvelles lésions dans les parties musculaires qui en sont voisines. Par exemple, lorsque les accidents ont eu lieu au fond des galeries souterraines, tantôt on manque de moyens pour composer un brancard convenable, ou bien les conduits sont tellement sinueux, tellement étroits, ou tellement encombrés, qu'on ne peut se servir de brancard ordinaire, et dans les deux cas, il faut que les blessés soient portés à bras d'hommes; tantôt la distance à parcourir est très-grande, et l'on est obligé de faire usage des chariots ou des traîneaux qui ser-

vent au roulage des matières : or cette circulation souterraine est un vrai supplice pour le blessé, à cause des cahots continuels et à raison de la forme et des trop petites dimensions des traîneaux et des chariots. Mais ces inconvénients ne sont rien, pour ainsi dire, en comparaison de ce que les blessés ont ensuite à souffrir, tant pour être établis sur la tonne ou dans la tonne qui doit les élever au jour, que pour supporter, dans la position la plus pénible, les premières secousses de l'enlèvement de la tonne, les angoisses occasionnées par la durée de la remonte et les nouveaux tiraillements qu'il faut subir, à l'arrivée au jour, pour passer de la tonne sur le brancard qui doit opérer le transport à domicile. Les camarades des blessés, les employés supérieurs des exploitations, sont sans contredit très-ingénieux et très-empresés à diminuer ces inconvénients fâcheux ; mais leurs efforts, quelquefois admirables, et leur touchante sollicitude, sont souvent bien impuissants. C'est donc avec raison que M. Valat, docteur-médecin, qui a été successivement employé en cette qualité dans plusieurs exploitations importantes, s'est proposé le problème suivant :

« Un mineur étant blessé ou asphyxié dans une galerie ou dans un puits, quelque étroits qu'on les pratique, trouver une méthode, un procédé pour l'enlever et le transporter sur-le-champ du lieu souterrain de son accident jusque chez lui, dans son lit, sans danger ni douleurs, ni autres inconvénients, et sans le déranger non plus, dès qu'il aura été pansé et placé dans la machine de transport. »

L'appareil que M. Valat a imaginé dans ce but

consiste (*Pl. XII*) en une caisse en forme de cercueil, avec cette différence qu'elle est pentagonale et légèrement infléchie dans le sens de sa longueur ; son couvercle est mobile : elle contient un matelas traversé par une petite sellette, et en outre des sangles qui sont convenablement placées pour soutenir le blessé lorsque la caisse doit remonter au jour, et prendre à cet effet une position presque verticale. La caisse reçoit aisément cette position au moyen de chaînons en forme d'anses qui se trouvent fixés à l'une de ses extrémités. Cette même extrémité sert de plate-forme pour le mineur qui doit présider à la remonte. Le déploiement de quatre bras à charnières change la caisse en brancard, lorsqu'on doit s'en servir horizontalement. L'appareil présente en outre plusieurs dispositions de détail bien entendues, qui le complètent d'une manière satisfaisante.

L'essai en grand de cet appareil a eu lieu aux mines de houille de Blanzay, département de Saône-et-Loire, le 9 mai 1836, en présence des employés supérieurs de l'établissement. Ainsi qu'on devait s'y attendre, cet essai a été satisfaisant.

L'appareil de M. Valat nous paraît éminemment utile et susceptible des plus heureuses applications. Il n'est pas à notre connaissance qu'aucun moyen de sauvetage analogue ait été mis en pratique dans les mines d'aucun pays, à l'exception cependant des mines de houille de Littry, dans le département du Calvados. Depuis plusieurs années on se sert dans ces mines d'un chariot de sauvetage qui est convenablement disposé pour qu'on puisse, non-seulement y étendre complètement les blessés et les rouler doucement,

mais encore les maintenir dans une position verticale lorsque le chariot est enlevé par le puits de service. Il n'y a aucune probabilité que M. Valat ait eu connaissance du chariot de Littry, en sorte qu'il est autorisé à réclamer tout le mérite qui peut être attribué à son invention.

EXPLICATION DE LA PLANCHE XII.

- Fig.* 1. Élévation longitudinale du lit de mine posé sur ses quatre bras servant de supports.
Fig. 2. Vue en dessus du même, le couvercle étant enlevé.
Fig. 3. Vue en dessous.
Fig. 4. Vue par le bout.
Fig. 5. Coupe transversale.
 Ces cinq figures sont dessinées sur la même échelle.
Fig. 6. Le lit de mine suspendu horizontalement par ses chaînes.
Fig. 7. Le même en élévation longitudinale, les bras étant développés.
Fig. 8. Vue intérieure du lit de mine, garni de son matelas, et prêt à recevoir le blessé.
Fig. 9. Couvercle vu par sa face intérieure, avec deux poignées pour soutenir les mains et les bras du blessé.
Fig. 10. Vue intérieure de la caisse dépourvue de son matelas.
Fig. 11. La même, une des parois supérieures étant relevée.
Fig. 12. Position de l'appareil dans lequel est renfermé le blessé au moment où il est élevé au jour. On y voit un mineur debout sur le plateau supérieur et dirigeant l'ascension.
Fig. 13. Mode de suspension de la caisse par ses chaînes.
Fig. 14. Deux mineurs transportant le blessé renfermé dans la caisse.

Les neuf dernières figures sont dessinées sur une échelle plus petite que celle des figures 1 à 5.

Les mêmes lettres indiquent les mêmes objets dans toutes les figures.

a, caisse en forme de cercueil légèrement infléchie dans le sens de sa longueur, à partir du chevet; *b*, couvercle mobile; *c*, matelas occupant le fond de la caisse, dont les parois sont également matelassées; *d*, sangles pour soutenir le blessé lorsque la caisse doit remonter au jour; *e, e*, poignées en cuir attachées au chevet et au pied du lit, et servant à le transporter; *f, f*, quatre bras à charnières, qui se développent, comme on le voit *fig.* 1, pour soute-

nir la caisse, et se replie en dessous, comme on le voit *fig. 3*, quand on la fait remonter au jour; *g, g*, crochets qui maintiennent les bras développés; *h, h*, courroies à boutons pour les attacher sous la caisse; *i, i*, crochets auxquels on suspend la caisse; *j*, pied du lit mobile à charnières, il est divisé en deux parties et se rabat, comme on le voit *fig. 8*, pour placer le blessé sur le matelas; *k*, plateau supérieur ou chevet fixe; *l*, petite lampe fixée sur la caisse et destinée à éclairer la marche; *m*, sellette sur laquelle repose le matelas; *n*, crochets pour maintenir la sellette dans la position verticale; *o, o*, crochets attachés au pied du lit, et qui s'engagent dans des trous percés dans des pièces de fer latérales *p*; ces crochets et tout ce système de crans doit être porté en dehors de l'appareil, et non en dedans où il pourrait gêner les pieds et les jambes du blessé; *q*, chaînes de suspension de la caisse.

JURISPRUDENCE DES MINES;

Par M. DE CHEPPE, chef de la division des mines.

MINES.

1. *Lorsqu'une ancienne concession n'a pas acquis la force de chose jugée, et est restée soumise à des oppositions sur lesquelles il n'a pas encore été statué, l'ordonnance qui institue définitivement cette concession et en fixe les limites, peut réserver aux propriétaires du sol l'indemnité spécifiée par les articles 6 et 42 de la loi du 21 avril 1810.*
2. *Les dispositions des articles 51 et 53 de la même loi, qui affranchissent les anciens concessionnaires du payement de cette indemnité, ne sont pas, dans ce cas, applicables.*

Un arrêt du conseil, du 11 juin 1767, accorda au duc de Charost, pour trente années, le droit d'exploiter les mines de houille qui se trouveraient dans un rayon de 1500 toises autour de son château de Roche-la-Molière, dans la partie de l'ancien Forez, que comprend aujourd'hui l'arrondissement de Saint-Etienne.

Le 21 juillet 1768 le concessionnaire obtint des lettres-patentes portant confirmation de cet arrêt; mais le parlement ayant ordonné, avant de les enregister, une enquête *de commodo et incommodo*, les propriétaires de la surface élevèrent un grand nombre d'oppositions, et le duc de Charost ne poursuivit point l'enregistrement.

En 1772, il vendit sa terre au sieur Neyron. Celui-ci continua l'exploitation qui était commencée.

Toutefois en 1782, les intendants de la province donnèrent à divers propriétaires du sol, dans l'enceinte de la concession de 1767, la permission d'extraire de la houille

sur leur terrain, et un sieur Rousseau y obtint même en 1784 une concession.

M. de Charost réclama. Le 21 février 1786, un arrêt renouvela pour trente années sa concession, en augmenta l'étendue et la porta à 4 lieues carrées.

Cet arrêt ne tint pas compte de la vente de la terre de Roche-la-Molière faite à M. Neyron, laquelle cependant, aux termes de l'acte, contenait aussi le transport du droit de tréfonds, ni de la concession accordée à M. Rousseau. Seulement il chargea le duc de Charost d'indemniser ce dernier. Cette indemnité fut fixée d'un commun accord entre les parties à 61,124 fr.

Peu de temps après, le duc de Charost vendit sa nouvelle concession au marquis d'Osmond. Un arrêt du 13 juin 1786 approuva et sanctionna cette vente.

M. d'Osmond se trouvait concessionnaire de mines, mais sans posséder aucun terrain superficiel dans l'enceinte de la concession.

Il chercha à en acquérir; les propriétaires refusèrent tout accommodement, et assignèrent M. d'Osmond devant le parlement pour être statué sur leur opposition aux lettres-patentes de 1767.

Le conseil, sur le pourvoi de M. d'Osmond, cassa la procédure et évoqua l'affaire. Alors autre pourvoi des propriétaires du sol contre cette évocation, et, subsidiairement, contre l'arrêt de 1786.

27 avril 1789, arrêt qui ordonne l'instruction du procès dans les formes prescrites par les réglemens du conseil.

La révolution survint; M. d'Osmond se vit dépouiller de son exploitation par la force. Chacun des propriétaires du sol se mit en possession de la mine qui existait dans son terrain.

Après les troubles civils, M. d'Osmond chercha à rentrer dans sa concession. Il fit, devant l'administration départementale, les justifications exigées par l'article 26 de la loi du 28 juillet 1791. Mais le directeur du district lui opposa l'article 5 de cette loi, qui déclarait déchus les concessionnaires des mines qui avaient été découvertes par les propriétaires du sol, lorsqu'ils n'obtenaient pas le consentement de ces derniers. Bientôt même l'administration départementale accorda aux propriétaires du terrain des permissions provisoires d'exploiter, ainsi que l'avaient fait autrefois les intendans de la province avant que M. d'Os-

mond eût été subrogé à la concession du duc de Charost.

Une nouvelle législation sur les mines intervint. L'article 51 de la loi du 21 avril 1810 déclarait les anciens concessionnaires propriétaires incommutables des mines qui leur avaient été concédées. Un arrêté du préfet de la Loire, du 23 juillet 1810, mit M. d'Osmond en possession de la concession de 1786, et défendit aux propriétaires du sol de continuer leurs fouilles.

Ceux-ci formèrent, auprès de l'autorité supérieure, opposition à cet arrêté; ils se pourvurent en même temps en annulation de la concession de 1786, et demandèrent que des concessions partielles leur fussent accordées.

Le conseil d'état jugea que les choses devaient être remises au point où elles se trouvaient en 1789, époque à laquelle l'ancien conseil avait ordonné l'instruction du procès suscitée par les oppositions des propriétaires du sol.

En conséquence, un décret du 22 décembre 1812 annula, pour cause d'incompétence, l'arrêt du préfet; ordonna qu'avant faire droit il serait levé un plan des exploitations, et que le ministre proposerait ensuite les limites à attribuer à la concession d'Osmond, et les concessions partielles qui pourraient être données aux propriétaires du sol, s'il était reconnu qu'il y eût lieu de leur en accorder.

Il a été procédé à l'instruction prescrite par ce décret. Les propriétaires du sol ont renouvelé, dans l'instance, leurs oppositions et leurs demandes de concessions. Aucune de ces demandes n'a paru devoir être accueillie. On a regardé ces propriétaires comme étant sans qualité et sans droits pour invoquer, comme anciens exploitans, l'article 53 de la loi du 21 avril 1810, attendu que leurs exploitations n'avaient été exécutées, les unes qu'en vertu de permissions provisoires et temporaires non approuvées du gouvernement, les autres sans permission, et en contravention à la loi.

Une ordonnance royale, du 19 octobre 1814, a en conséquence rejeté toutes les oppositions, déclaré que le marquis d'Osmond était propriétaire incommutable, aux termes des articles 7 et 51 de la loi du 21 avril 1810, de la concession accordée au duc de Charost, et ensuite à lui-même par les arrêts du conseil, des 11 juin 1767, 21 février et 13 juin 1786, et fixé définitivement les limites de cette concession.

L'article 51 de la loi, cité dans cette ordonnance, porte que les concessionnaires antérieurs à cette loi deviendront, à dater du jour de sa promulgation, propriétaires incommutables, à la charge seulement d'exécuter, s'il y en a, les conventions faites avec les propriétaires de la surface, et sans que ceux-ci puissent se prévaloir de la réserve d'indemnité qui leur est faite, pour les cas de concessions nouvelles, par les articles 6 et 42.

L'article 53, relatif aux anciens exploitants dont le gouvernement délimite les concessions, contient une semblable exception.

Il n'y aurait donc pas eu lieu, dans l'espèce, à attribuer une indemnité aux propriétaires de terrains; et c'est ainsi que dans les délimitations d'anciennes concessions, opérées depuis la loi de 1810, telles par exemple que celles des mines de houille du Creusot, dans Saône-et-Loire, on n'a pas réservé aux propriétaires du sol ces sortes d'indemnités. Mais on a considéré ici que ces dispositions des articles 51 et 53 n'étaient applicables qu'aux concessions dont les actes étaient un fait consommé, et non à celles qui avaient soulevé des réclamations sur lesquelles il n'avait point été jusqu'alors statué. Or, en 1789, des oppositions avaient été formées contre la concession de 1786; le conseil du roi avait évoqué devant lui le jugement de ces oppositions, et il n'avait pas encore été statué sur ce litige. On a dès lors envisagé que, parmi les propriétaires de surface opposants à la concession d'Osmond, il en était quelques-uns qui, pendant l'interruption forcée des travaux du concessionnaire, pouvaient avoir entrepris leurs exploitations de bonne foi, et qu'il était juste, en raison des dépenses qu'ils avaient faites, de leur donner une indemnité analogue à celles qui sont spécifiées par les articles 6 et 42, puisque d'ailleurs ces articles se trouvaient encore dans le cas de recevoir leur application, la concession d'Osmond, quoique bien antérieure à la loi du 21 avril 1810, n'ayant point jusqu'à ce jour complètement acquis la force de chose jugée, attendu qu'elle restait soumise au jugement des oppositions.

Par les motifs exprimés dans son préambule, l'ordonnance du 19 octobre 1814 a prescrit, art. 3, que M. le marquis d'Osmond payerait aux propriétaires des terrains exploités il terait, une redevance en nature dont le mon-

tant serait déterminé d'après les usages du pays, et réglé par l'administration.

MINES.

1. *Une concession de mines ne peut résulter que d'un acte positif, portant institution de cette concession. La réserve faite par un ancien arrêt du conseil d'une portion du gîte minéral, pour les approvisionnements d'une usine, ne peut être considérée comme un partage de la concession primitive, et comme ayant établi deux concessions distinctes.*
2. *Sous l'ancien régime, l'enregistrement, par les parlements, des lettres-patentes relatives à des concessions de mines, pouvait être annulé par un acte du souverain, s'il renfermait des dispositions mal fondées.*
3. *Les titulaires d'une ancienne concession de plus de six lieues carrées, maximum fixé par la loi de 1791, pour l'étendue des concessions, et qui n'ont pas fait réduire leurs limites conformément à cette loi, ont droit d'obtenir, pour concession définitive, une étendue de six lieues carrées. Il leur appartient de désigner la circonscription du périmètre qu'ils entendent conserver, pourvu qu'ils ne dépassent pas cette étendue, et qu'ils ne comprennent que des exploitations dont ils étaient en jouissance à l'époque de la promulgation de la loi du 21 avril 1810. Mais le gouvernement, en délimitant la concession, a la faculté de modifier ce périmètre, suivant ce qu'il juge le plus convenable à la bonne exploitation des mines; il n'est tenu que de déterminer les limites, de manière à ce qu'une surface de six lieues soit laissée aux concessionnaires.*

Un arrêt du conseil, du 29 mars 1769, a concédé pour

cinquante années, à M. de Lachaise, des mines de houille situées dans la partie du territoire qui forme aujourd'hui le département de Saône-et-Loire.

Les limites de cette concession ont été indiquées avec clarté dans cet arrêt, quoique le chiffre de l'étendue superficielle n'y fût pas exprimé. Elles comprenaient l'ancienne baronnie de Montcenis et divers hameaux environnants; et, d'après le calcul qui a été fait plus tard, elles embrassaient un espace d'à peu près trente-une lieues carrées.

Le 5 juin 1771, des lettres-patentes, confirmatives de la concession, ont été délivrées au concessionnaire et enregistrées au parlement de Dijon, le 10 avril 1772.

L'acte d'enregistrement réserva, aux propriétaires du sol, les droits qui pouvaient leur appartenir sur les mines situées dans leurs terrains; mais cette réserve a été annulée par un arrêt du 21 juillet 1781.

À la même époque, une compagnie se forma pour établir au Creusot, dans l'enceinte de la concession dont on vient de parler, de grandes usines en fer. Elle traita avec M. de Lachaise, qui s'engagea à lui fournir la houille nécessaire à ses approvisionnements.

Il fut stipulé, par un dernier traité du 17 avril 1782, qu'un dixième de la concession serait dès ce moment attaché aux usines du Creusot.

Le 26 mai 1782, un arrêt du conseil homologua ce traité.

Toutefois peu de temps après, le 4 juin suivant, M. de Lachaise, qui se regardait comme lésé par ces conventions, obtint un second arrêt, lequel étendit à quatre-vingt-huit ans, à dater du 1^{er} janvier 1782, la jouissance du terrain qui leur avait été concédé; et il fut stipulé que, moyennant à faveur de cette prolongation de durée, le dixième de la concession primitive demeurerait affecté pour toujours aux usines du Creusot.

En 1783, le 24 avril, il fut dressé un procès-verbal de la circonscription du dixième cédé à ces usines. Du moins, les faits tendent à établir que ce procès-verbal eut lieu; mais on n'en a pas reproduit l'original, ni de copie authentique.

Par des traités passés dans les années 1784 et 1786, et approuvés par des arrêts du conseil des 10 février 1784 et 10 décembre 1786, M. de Lachaise vendit à la société du

Creusot tous ses droits résultant de la concession de 1769, de l'arrêt du 4 juin 1782.

La loi du 28 juillet 1791 intervint, et prescrivit la réduction à six lieues carrées de toutes les concessions existantes.

La compagnie du Creusot demanda à l'assemblée nationale d'être exceptée de cette disposition. Les troubles qui survinrent empêchèrent de statuer sur cette requête, ainsi que sur d'autres du même genre qui furent présentées par cette compagnie.

Elle fit de nouvelles démarches; et le 1^{er} septembre 1809, un arrêté du ministre de l'intérieur lui enjoignit de présenter, à l'approbation du gouvernement, la cession qui lui avait été faite, et tous les titres sur lesquels elle se fondait.

Elle présenta alors une demande qui avait pour objet d'obtenir deux concessions dans l'enceinte des mines de Montcenis, dont l'une comprendrait les mines dites du Creusot et l'autre celles de Blanzay.

Mais une nouvelle loi sur les mines venait d'être rendue; elle n'exigeait pas que les actes de cession, faits par des concessionnaires de mines à des tiers, fussent approuvés par le souverain. Elle déclarait propriétaires incommutables les exploitants actuels, à la charge seulement par eux de faire fixer les limites de leurs exploitations, conformément à la loi de 1791. En conséquence, un décret du 14 août 1811 rejeta la demande de la compagnie, en tant que présentée aux fins de concessions nouvelles; déclara cette compagnie propriétaire des mines de Montcenis, en vertu de la cession à elle faite par M. de Lachaise, et lui prescrivit de se conformer sans délai à ce qu'ordonnait l'article 53 de la loi du 21 avril 1810, relativement à la fixation des limites des anciennes concessions, pour lesquelles on n'avait point exécuté la loi de 1791.

Mais, dès 1813, la société du Creusot commença à subir des transformations. En 1818, M. Chagot devint acquéreur de tous ces établissements. En 1823, il forma une nouvelle société sous la raison de *Chagot frères et compagnie*. En 1826 cette société vendit, à la compagnie Manby et Wilson, toutes les usines à fer du Creusot, les mines du même nom, et se réserva celles de Blanzay.

Pendant tout ce temps, l'exploitation des mines du

Creusot et de Blanzy, continua sans troubles de la part des tiers.

Seulement, en 1825 et 1826, des particuliers demandèrent des concessions dans les mêmes localités.

Ces demandes, et les contestations qui s'ensuivirent, déterminèrent la compagnie Manby et Wilson à se pourvoir pour faire délimiter les mines du Creusot. Pareille demande fut formée par MM. Chagot frères, relativement aux mines de Blanzy, dont ils étaient restés possesseurs.

On a procédé à une instruction régulière; un grand nombre de demandeurs en concurrence se sont présentés.

La première chose à faire était de fixer les limites de la concession instituée par l'arrêt de 1769.

Plusieurs questions se trouvaient à résoudre pour opérer cette délimitation.

Les réserves insérées dans l'enregistrement des lettres-patentes pouvaient-elles avoir eu pour effet d'invalider la concession?

Dans la négative, la délimitation devait-elle s'appliquer à la concession entière de 1769? ou bien l'arrêt du conseil du 4 juin 1782, qui avait affecté un dixième aux usines du Creusot, devait-il être regardé comme ayant partagé la concession, et dès lors y avait-il maintenant deux concessions à délimiter, ainsi que le prétendaient MM. Chagot et la compagnie Manby et Wilson, qui soutenaient avoir chacun droit respectivement à une concession de six lieues carrées?

Dans tous les cas, la délimitation à opérer devait-elle se borner à une simple réduction à six lieues, soit de la concession de 1769, soit des deux concessions partielles, si l'on reconnaissait qu'il en existât deux à présent? et était-on tenu, dans cette opération, d'accepter le périmètre réclamé par les anciens concessionnaires, pourvu qu'il n'embrassât pas plus de six lieues? ou bien le gouvernement avait-il le droit d'établir ce périmètre comme il le jugerait convenable pour l'intérêt public?

Sur la première question, le conseil général des mines a fait observer que l'acte de 1769 présentait tous les caractères qui constituaient anciennement une concession régulière; que les réserves insérées dans l'enregistrement au parlement de Dijon n'avaient pu l'infirmes, puisqu'elles avaient été abolies par l'arrêt souverain de 1781, portant

annulation de cet enregistrement en raison desdites réserves.

Sur la seconde question, celle de savoir s'il existait deux concessions par suite de l'arrêt du 4 juin 1782, le conseil a pensé que l'affectation d'un dixième aux usines du Creusot ne pouvait être considérée que comme un simple affouage attribué à ces usines, et non comme un partage en deux parties de la concession première; qu'ainsi il n'existait réellement qu'une seule concession, celle de 1769.

Relativement à la question de délimitation, le conseil a exprimé l'opinion que la loi du 28 juillet 1791, en maintenant les anciennes concessions, sans la réduction à six lieues carrées de celles dont la surface excéderait le maximum, avait en même temps établi pour leurs titulaires le droit de conserver des concessions de six lieues carrées; que toutefois il n'en résultait pas que, sous l'empire de la loi du 21 avril 1810, et lorsque cette réduction n'avait point encore été opérée, le gouvernement n'eût le droit de modifier le périmètre présenté par les concessionnaires, et d'assigner à la concession celui qui lui paraîtrait le plus favorable à la bonne exploitation des mines et aux intérêts des consommateurs, pourvu qu'il conservât à ces concessionnaires une surface de six lieues carrées, renfermant leurs exploitations actuelles; qu'en effet l'article 53 de la loi de 1810 leur laissait bien, il est vrai, l'initiative de la demande en délimitation; mais qu'il voulait que cette demande fût soumise à toutes les formalités prescrites pour l'institution des concessions nouvelles, et que par-là il avait réservé au gouvernement le droit de modifier jusqu'à un certain point la délimitation demandée; qu'ici, néanmoins, la compagnie Manby et Wilson d'une part, et MM. Chagot frères d'autre part, ayant proposé une division qui semblait concilier tous les intérêts, on pouvait l'accepter pour base, en partageant l'étendue de six lieues carrées à délimiter, en deux concessions partielles, dont l'une comprendrait les exploitations du Creusot, et l'autre celles de Blanzy, sauf les modifications qui seraient jugées devoir être introduites dans la circonscription de chacune d'elles; que l'article 53 de la loi de 1810, qui porte que les anciens exploitants, dont les concessions n'ont pas été délimitées, obtiendront les concessions de leurs exploitations actuelles, s'appliquait, par la généralité de ses expressions, au cas d'une semblable division, et que l'auto-

rité souveraine, en l'opérant, consacrerait par cela même le partage qu'avaient déjà effectué les deux compagnies, et lui donnerait la sanction dont il avait besoin pour être régulier aux termes de l'article 7 de la même loi.

Le comité de l'intérieur et du commerce du conseil d'état a considéré qu'il ne s'agissait pas, dans l'espèce, de prononcer sur des demandes de concessions nouvelles, mais seulement de reconnaître et de déterminer quels étaient les droits qui résultaient, pour les représentants des anciens concessionnaires, des arrêts rendus au profit de leurs auteurs et de la législation intervenue; droits qu'ils n'avaient point perdus pour avoir négligé jusqu'ici de faire délimiter leur concession, la loi du 21 avril 1810 ne prononçant aucune déchéance à cet égard;

Que la concession instituée en 1769 avait conservé tous ses effets; et qu'alors même que les réserves insérées dans l'enregistrement du parlement de Dijon n'eussent pas été annulées par l'arrêt du conseil du 27 juillet 1781, elles se seraient trouvées sans objet depuis les lois de 1791 et de 1810, qui n'avaient plus reconnu aux propriétaires du sol les droits que le parlement de Dijon avait entendu leur conférer ici;

Le comité a pensé en outre que cette concession de 1769 ne pouvait être regardée comme ayant été divisée en deux concessions distinctes par l'arrêt du 4 juin 1782; que cet arrêt ayant simplement statué qu'à l'expiration de la concession de 1769 un dixième demeurerait réuni aux hauts fourneaux du Creusot, l'on ne devait voir dans ces dispositions que l'affectation d'un approvisionnement de combustible assuré à ces usines tant qu'elles existeraient; et qu'au surplus la société du Creusot ayant été subrogée par les arrêts de 1784 et de 1786, dans tous les droits de M. de la Chaise, toute séparation en deux concessions, quand on supposerait qu'elle eût eu lieu à une certaine époque, avait cessé d'exister depuis ces derniers arrêts;

Qu'ainsi MM. Chagot et Manby, Wilson et compagnie, représentants de l'ancienne société du Creusot, n'étaient propriétaires que d'une seule concession; que c'était cette concession qui devait être réduite et délimitée conformément aux lois de 1791 et de 1810, et que les deux compagnies pourraient ensuite la partager entre elles avec l'approbation du gouvernement;

Que, relativement à la délimitation à opérer, les titulai-

res de cette concession ne pouvaient prétendre à ce qu'on leur accordât aujourd'hui autant de concessions qu'ils possédaient de centres d'exploitations en 1810; mais qu'ils avaient droit, d'après les articles 4 et 5 de la loi du 28 juillet 1791, et l'article 53 de la loi du 21 avril 1810, à ce que la concession primitive ne fût pas réduite au-dessous d'une étendue de six lieues carrées;

Qu'à cet égard, la disposition de l'article 4 de la loi de 1791, qui porte que les anciennes concessions, qui présentent une surface de plus de six lieues carrées, seront réduites à ce maximum, en retranchant, *sur la désignation des concessionnaires*, les parties les moins essentielles aux exploitations, n'avait point été abrogée par la loi de 1810, qui, au contraire, en assurant la propriété incommutable aux anciens concessionnaires, n'y a mis pour condition que de se conformer aux dispositions de la loi de 1791, et ne leur a imposé d'autre nouvelle obligation que celle de comprendre dans leur délimitation définitive toutes celles de leurs exploitations qui étaient en activité en 1810.

En conséquence, le comité a été d'avis :

Que MM. Chagot frères et Manby, Wilson et compagnie, représentants des anciens titulaires des mines de Montcenis, n'avaient droit qu'à une seule concession;

Que cette concession ne devait comprendre qu'une surface de six lieues carrées, et qu'elle devait être renfermée dans un seul périmètre;

Que MM. Chagot frères, Manby, Wilson et compagnie, avaient le droit de présenter le projet de cette délimitation définitive, sous la condition que ce périmètre renfermerait toutes celles de leurs exploitations qui étaient en activité en 1810, et qu'il ne serait pas tracé de manière à empêcher l'exploitation du terrain houiller laissé en dehors.

Cet avis a été adopté par le ministre de l'intérieur.

MM. Chagot ont réclamé; ils se sont pourvus, ainsi que la compagnie Manby et Wilson, au comité du contentieux.

Leurs requêtes ont été renvoyées au ministre de l'intérieur pour être jointes au fond de l'affaire, le comité du contentieux ayant été d'avis que les décisions contre lesquelles les parties réclamaient, n'étaient pas de nature à être attaquées par la voie contentieuse, et qu'elles devaient être considérées comme des actes préparatoires de l'ordonnance qui statuerait sur la délimitation de la concession,

Au mois d'avril 1829, MM. Chagot et compagnie ont présenté un projet de délimitation, qui a été examiné et discuté par l'administration.

Enfin, le 21 novembre 1830, est intervenue une ordonnance royale, qui a délimité l'ancienne concession de 1769, et lui a assigné une étendue de 120 kilomètres arrés (1).

Une autre ordonnance du 12 février 1832 a déterminé la position d'un point du périmètre qui était resté indécié, et a fixé définitivement les limites de la concession (2).

Quelque temps auparavant, MM. Chagot frères, et la compagnie Mauby et Wilson, s'étaient pourvus pour obtenir le partage de cette concession en deux concessions partielles.

Ce partage de la concession des mines du Creusot et de Blanzv a été autorisé par une ordonnance royale en date du 12 février 1832 (3), qui a approuvé en même temps la cession faite par les concessionnaires à la société anonyme des forges et fonderies du Creusot et du Charenton d'une partie de ladite concession. Cette portion forme une concession particulière dite *du Creusot*, délimitée ainsi qu'il est expliqué dans ladite ordonnance.

La partie qui n'était point comprise dans la cession, et qui demeure ainsi la propriété des concessionnaires, forme une concession particulière dite de *Blanzv*, et est délimitée par une autre ordonnance en date du même jour, 12 février 1832 (4).

MINES.

1. *Une demande en concurrence pour la concession d'une mine est, comme une opposition, admissible, bien qu'elle ait été formée après l'expiration du délai des affiches, et jusqu'à ce que l'ordonnance qui institue la concession ait été rendue.*

(1) *V.* les Annales des mines, 2^e série, tome 8, p. 306.

(2) *V.* *Idem*, 3^e série, tome 2, p. 578.

(3) *V.* *Idem*, 3^e série, tome 2, p. 580.

(4) *V.* *Idem*, 3^e série, tome 2, p. 581.

2. *Le gouvernement reste libre, nonobstant une demande qui est ainsi présentée tardivement, d'accorder la concession à celui des autres demandeurs dont la pétition se trouve déjà instruite.*

3. *Mais il peut aussi, s'il le juge convenable, surseoir à la concession et ordonner l'instruction de la nouvelle demande en concurrence. La présentation de celle-ci, après les quatre mois d'affiches, n'est pas une cause de rejet et qui doit empêcher de l'accueillir. Il faut seulement alors que l'on remplisse à son égard les formalités qui sont prescrites par le titre IV de la loi du 21 avril 1810.*

L'article 26 de la loi du 21 avril 1810 porte, que les demandes en concurrence, et les oppositions formées à l'occasion des demandes en concession de mines, seront admises devant le préfet du département jusqu'au dernier jour du quatrième mois, à compter de la date de l'affiche.

La même loi ajoute, article 28, que jusqu'à l'émission de l'ordonnance qui statue sur la concession, toute opposition est admissible devant le ministre ou le secrétaire général du conseil d'état.

Dans ce dernier article, comme on le voit, il n'est plus parlé des demandes en concurrence. La loi a-t-elle voulu les comprendre ici sous le terme général d'oppositions, ou a-t-elle entendu qu'elles ne seraient plus admises quand elles n'auraient pas été présentées dans le délai indiqué par l'article 26?

Cette question a été soulevée dans une affaire récente. Plusieurs compagnies s'étaient présentées pour obtenir une concession. L'une d'elles avait adressé sa demande la dernière, et même à une époque où le délai des affiches était expiré depuis longtemps. Toutefois, cette demande avait subi toutes les formalités prescrites par la loi, et le conseil général des mines, considérant que les personnes qui l'avaient formée offraient, comme inventeurs du gîte et propriétaires d'une partie du sol, des titres supérieurs à ceux des autres concurrents, était d'avis qu'on devait leur accorder la concession. Un projet d'ordonnance avait été préparé dans ce sens, et renvoyé à l'examen du comité de

l'intérieur du conseil d'état. On a objecté que le délai de quatre mois, à compter de la date de l'affiche, fixé par l'article 26 de la loi pour l'admission devant le préfet des demandes en concurrence et des oppositions, paraissait absolu; que la faculté donnée par l'article 28, de se pourvoir, jusqu'à l'émission de l'ordonnance, devant le ministre ou le conseil d'état, ne devait s'entendre que des oppositions et non des demandes en concurrence; que, pour ces dernières, tout est réglé par l'article 26; qu'une interprétation différente rendrait illusoires les prescriptions de cet article, et inutile la distinction que semblait avoir posée le législateur entre les demandes en concurrence et les oppositions. On pensait, par ces motifs, qu'il y avait une fin de non recevoir absolue contre la compagnie, que le conseil des mines jugeait devoir obtenir la préférence.

La question a dû être alors examinée d'une manière générale.

L'instruction ministérielle du 3 août 1810, qui a eu pour objet de pourvoir à l'exécution de la loi du 21 avril précédent, a compris sous une même dénomination les demandes en concurrence et les oppositions, ne faisant ainsi entre elles aucune distinction. Cette assimilation a paru conforme à l'esprit et au texte de la loi; l'article 26 est ainsi conçu: « Les demandes en concurrence et les oppositions qui y seront formées, seront admises devant le préfet jusqu'au dernier jour du quatrième mois, à compter de la date de l'affiche. Elles seront notifiées, par actes extra-judiciaires, à la préfecture du département, où elles seront enregistrées sur le registre indiqué à l'art. 22. Les oppositions seront notifiées aux parties intéressées, et le registre sera ouvert à tous ceux qui en demanderont communication. »

Si la fin de cet article ne répète pas les termes *demandes en concurrence*, c'est qu'on a entendu les comprendre sous le terme générique d'*oppositions*; en effet, on ne saurait admettre qu'il dût être procédé pour ces dernières seulement, comme l'indique ce même article; les unes et les autres doivent être également notifiées aux parties intéressées. La loi du 21 avril 1810 a été ainsi interprétée depuis sa promulgation; il existe à cet égard un arrêté du ministre de l'intérieur du 27 octobre 1812, et notamment

une circulaire du même ministre du 3 novembre suivant, où il est dit qu'une demande en concurrence n'est qu'une opposition à la demande primitive, et que le législateur lui a imprimé ce caractère en la mentionnant cumulativement dans l'article 26 avec les oppositions. Par suite de cette interprétation, un grand nombre de concessions ont été accordées à des demandeurs en concurrence, bien qu'ils ne se fussent présentés qu'après les quatre mois d'affiches.

Ce n'est point qu'il n'y ait des différences réelles entre la nature des oppositions et celle des demandes en concurrence.

Des propriétaires du sol qui auraient à réclamer contre l'indemnité qui leur est offerte, des tiers qui se croiraient possesseurs de la mine en vertu d'anciens titres ou de quelque autre manière, peuvent former opposition sans pour cela qu'on puisse dire qu'ils entrent en concurrence avec les premiers demandeurs.

Une opposition peut reposer sur un fait dont on n'a acquis la connaissance ou la preuve qu'à la fin de l'instruction, tandis qu'on ne peut guère arguer, pour former une demande en concurrence, qu'on n'a pas su que la concession était déjà sollicitée: des affiches, des publications de quatre mois, faites au chef-lieu du département, au domicile des demandeurs, dans les diverses communes où la mine est située, et insérées dans le journal du département, ont averti ceux qui pourraient avoir l'intention de se présenter.

Une opposition n'exige pas une instruction nouvelle. Il s'agit simplement de vérifier, d'examiner l'allégation sur laquelle elle repose; l'autorité supérieure peut faire cette appréciation sans être toujours obligée de renvoyer l'affaire sur les lieux. Pour une demande en concurrence, si on l'admet, l'avis des fonctionnaires de la localité est indispensable; et si cette demande embrasse des portions de terrain que la première ne comprenait pas, de nouvelles publications et affiches, souvent un nouvel examen des lieux, le sont également.

Ces différences doivent-elles empêcher qu'une demande en concurrence ne soit admissible comme une opposition après l'expiration des quatre mois d'affiches? Si on juge qu'elle mérite d'être examinée, qu'elle s'appuie sur des titres qui doivent être pris en considération, il faudra, il est vrai, l'instruire comme toute autre demande

en concession. Mais le gouvernement n'est pas obligé, par cela seul qu'elle a été présentée, de surseoir à la concession ; il peut passer outre et disposer de la mine au profit de l'un des autres prétendants qui sont en instance, s'il reconnaît que celui-ci offre toutes les garanties désirables. Réciproquement, il peut admettre le demandeur en concurrence, à quelque époque qu'il intervienne, et faire procéder à de nouvelles formalités, si cela lui paraît convenable. La priorité des demandes n'a pas conféré à leurs auteurs ce privilège que le concessionnaire ne puisse être pris que parmi eux, et que l'on doive nécessairement repousser tout autre compétiteur qui se présente après le délai des affiches. Une concession à instituer n'est point une affaire contentieuse où l'on a à statuer sur le droit de l'une des parties. La loi ne reconnaît à personne un droit formel à obtenir une concession, mais seulement des titres à cette obtention. Elle donne au gouvernement la faculté de l'accorder à qui lui paraît mériter la préférence, et seulement après l'accomplissement de certaines formes. Il est entièrement maître, aux termes de l'article 16, du choix à faire entre les divers demandeurs, qu'ils soient propriétaires de la surface, inventeurs ou autres.

Cette latitude, que la loi lui laisse, il importe qu'il la conserve dans toute son étendue. L'intérêt public, base première de la législation en matière de mines, veut qu'il ait la liberté de choisir entre le plus grand nombre possible de concurrents.

Il peut arriver que les personnes qui se sont présentées les premières n'offrent pas toutes les garanties que l'on pourrait souhaiter, et que plus tard, à la fin de l'instruction, une compagnie se mette sur les rangs avec des moyens industriels et pécuniaires qui fassent désirer que la concession soit remise entre ses mains pour l'avantage des consommateurs et du pays ; ne serait-il point à regretter qu'on fût obligé de la repousser parce qu'elle aurait adressé sa demande tardivement ?

Les affiches avertissent bien le public qu'une concession est sollicitée ; mais jusqu'à ce que l'ordonnance soit rendue, chacun a le droit d'exécuter des recherches sur les terrains compris dans le périmètre sollicité, s'il est propriétaire de ces terrains, ou s'il a le consentement de ces propriétaires. Il peut donc se faire qu'un de ces explorateurs découvre ainsi un gîte riche et puissant, que cette découverte lui suggère la

pensée de demander une concession qu'il n'avait pas d'abord songé à solliciter, parce que les gîtes jusques-là connus dans le périmètre, ne lui paraissaient pas pouvoir donner lieu à une entreprise utile. Faudra-t-il l'évincer et donner la préférence à ceux dont le titre unique consisterait à avoir formé les premiers une demande, et qui ne sont peut-être pas même les inventeurs des autres gîtes peu importants qu'ils ont indiqués ?

Enfin, ne peut-il pas arriver aussi qu'un tiers n'ait pas présenté dans l'origine de demande en son nom, parce qu'il se trouvait d'abord appartenir à la société qui avait sollicité la concession ; que, plus tard, des discussions d'intérêt l'aient mis dans le cas de quitter cette compagnie, et qu'il se décide à se présenter comme concurrent, et à faire valoir les titres qu'il possède par lui-même, tels que ceux de propriétaire du sol, d'inventeur de la mine ?

On conçoit qu'une demande, qui arrive au moment où une décision va intervenir, puisse rencontrer d'abord quelque défaveur, et qu'il y ait peu de penchant pour des démarches aussi tardives ; mais il faut écarter ces préventions, et chercher par-dessus tout à être juste. Il est permis de regretter sans doute que des affaires, dont l'origine est souvent fort ancienne, éprouvent de nouveaux retards, par suite de l'examen et de l'instruction d'une pareille demande ; mais le gouvernement, restant juge de la question de savoir si cette instruction aura lieu, peut passer outre. S'il l'ordonne au contraire, c'est qu'il lui paraît important de recueillir des lumières nouvelles. Comme c'est toujours dans l'intérêt public qu'il agit, sa décision est l'expression de cet intérêt qui ne doit jamais être méconnu. Si, en définitive, la demande dernière est écartée, celui qui obtient la préférence ne peut guère se plaindre d'un retard que le gouvernement a jugé nécessaire pour s'éclairer, et à la suite duquel il voit de nouveau ressortir son bon droit. Si elle est admise, on doit se féliciter d'avoir ordonné une nouvelle instruction, puisqu'en l'écartant dès l'abord on aurait statué d'une manière qui n'eût pas été conforme à l'équité.

Le conseil d'état, sections réunies, a adopté l'opinion du conseil général des mines. Il a pensé que les dispositions de la loi du 21 avril 1810, qui fixent un délai pour l'admission des oppositions et des demandes en concurrence, et qui autorisent l'administration à statuer à l'expri-

ration du délai, n'ont pas pour objet de conférer nécessairement un droit exclusif aux demandeurs primitifs ; que si le gouvernement est libre, nonobstant des demandes qui seraient formées après la durée des affiches, d'accorder la concession à celui des autres demandeurs dont la pétition se trouverait déjà instruite conformément aux règles prescrites par la loi, il peut toujours aussi, s'il le juge convenable, surseoir à la concession, et ordonner l'instruction de ces nouvelles demandes; en un mot, que leur présentation, après les quatre mois, n'est pas une cause de rejet, et qui doit empêcher de les accueillir; que seulement il faut que l'on remplisse alors complètement à leur égard les formalités qui sont prescrites par le titre IV de la loi du 21 avril 1810 (1).

EXPLOITATION DES MINIÈRES DE FER. — CESSIONS DU DROIT D'EXPLOITER APPARTENANT AU PROPRIÉTAIRE DU SOL. — EFFETS DE CES CESSIONS.

1. *Les propriétaires de minières de fer peuvent céder à des tiers la faculté d'exploiter à leur place; mais ces sortes de cessions ne doivent pas changer les obligations qui sont imposées par la loi à ces propriétaires, en ce qui concerne les usines aux besoins desquelles ils sont tenus de fournir, ni modifier les rapports qui sont établis entre eux, les maîtres de forges et l'administration.*
2. *Les cessionnaires du propriétaire peuvent être admis à présenter en son nom la déclaration indiquée dans l'article 39 de la loi du 21 avril 1810, mais seulement comme mandataires, et à la condition que cette déclaration sera accompagnée de*

(1) Cet avis du conseil d'état est du 3 mai 1837. Voir ci-après, page 661.

pièces authentiques justifiant leur mandat; la permission qui est délivrée ne peut valoir que pour le propriétaire.

3. *Dans tous les cas, c'est exclusivement au propriétaire de la mine que les maîtres de forges doivent s'adresser pour le mettre en demeure de fournir à l'approvisionnement de leurs usines, dans les circonstances prévues par l'article 60 de la loi.*

La loi du 21 avril 1810 a soumis les minières, et notamment les minerais de fer, à des règles spéciales. Lorsque ces minerais peuvent être exploités à ciel ouvert, sans travaux d'art réguliers, elle les considère comme une dépendance de la propriété du sol, et interdit de les concéder. Mais elle astreint le propriétaire du terrain à les exploiter pour les besoins des usines légalement établies dans le voisinage. Celui-ci, dans ce cas, doit adresser au préfet une déclaration portant qu'il entend extraire lui-même; acte est donné de cette déclaration, ce qui vaut pour lui permission. S'il n'exploite pas, les maîtres de forges, après l'avoir mis en demeure, et lorsque le délai d'un mois est expiré, peuvent obtenir du préfet, sur l'avis de l'ingénieur des mines, la permission de faire immédiatement les fouilles dans les terres incultes et en jachères, et, après la récolte, dans les autres terres, à charge de payer une indemnité avant l'enlèvement du minerai.

Mais le propriétaire, qui ne veut pas exploiter, peut-il céder à des tiers la faculté d'extraire à sa place?

La déclaration que les tiers présentent, comme ayant-cause du propriétaire, peut-elle dès lors être accueillie?

Et si cette cession est valable, est-ce néanmoins toujours au propriétaire ou bien à ses cessionnaires que les maîtres de forges doivent s'adresser pour mettre en demeure le possesseur du terrain, de leur fournir le minerai dont ils ont besoin?

Des contestations se sont élevées à ce sujet dans plusieurs départements. Des personnes qui avaient l'intention d'établir de nouvelles usines, et qui cherchaient à s'assurer des approvisionnements pour l'avenir; d'autres, dans la vue peut-être de spéculer sur l'extraction du minerai, ont fait avec des propriétaires de minières des traités par

lesquels ceux-ci leur ont cédé la faculté qui leur était laissée d'exploiter par eux-mêmes.

Les maîtres de forges ont réclamé contre ces sortes de cessions ; ils ont représenté qu'ils éprouveraient de grands embarras, de graves préjudices, s'ils étaient ainsi obligés, au lieu de s'adresser à un petit nombre de propriétaires, d'avoir des actions à exercer contre une multitude de cessionnaires différents, intéressés à entraver leurs entreprises. Ils ont demandé que de pareils traités fussent regardés comme nuls.

Ces débats ont donné lieu d'examiner quelles devaient être, en principe, les règles à suivre en cette matière.

La loi, par les dispositions ci-dessus rappelées, a conféré aux usines régulièrement établies un droit d'usage sur les minières de fer qui sont situées dans leur voisinage ; elle exige que le propriétaire du fonds les exploite ; s'il s'y refuse, elle donne aux maîtres de forges la faculté de les exploiter eux-mêmes. Par là elle a voulu assurer l'existence des forges, et en prévenir le chômage ; car les minerais de fer sont pour elles un aliment de première nécessité ; et si elle n'avait point la faculté de se les procurer au fur et à mesure de ses besoins, cette importante industrie se verrait entravée à chaque instant et ne pourrait subsister.

C'est donc dans cette vue d'intérêt public que la loi a restreint la jouissance du propriétaire sur l'exploitation et la disposition des minerais de fer que recèle son terrain.

Toutefois, à l'exception de cette obligation qu'elle lui impose, d'exploiter ou de laisser les maîtres de forges du voisinage extraire à sa place, elle n'a en aucune manière dérogé au droit commun sur la propriété, en ce qui concerne ces minerais ; elle n'a point privé le propriétaire de la faculté de céder à des tiers son droit d'exploitation. On doit donc reconnaître qu'en usant de cette faculté, il agit dans la limite de ses droits, et que les cessionnaires, s'ils justifient de leur mandat au moyen d'actes authentiques, peuvent être admis à faire en son nom la déclaration indiquée dans l'article 59 de la loi.

Mais en même temps il ne peut et ne doit rien changer aux conditions auxquelles il est soumis, et qui sont une servitude inhérente à sa propriété. Il ne saurait par conséquent modifier en aucun cas les rapports qui sont forcément établis entre les propriétaires de minières, l'autorité

administrative et les maîtres de forges. En spécifiant que ces rapports seraient immédiats, que c'est au propriétaire du fonds que l'on s'adresserait, la loi a voulu expressément veiller à ce que l'approvisionnement des forges se fit de la manière la plus sûre et la plus prompte. Il s'agit de là qu'il reste toujours, vis-à-vis de l'administration et des maîtres de forges, soumis personnellement à l'obligation que la loi lui impose ; qu'en donnant acte aux cessionnaires de la déclaration par eux présentée, ce n'est qu'à titre de mandataires qu'on doit recevoir leur intervention, et que la permission qui est délivrée ne peut valoir que pour le propriétaire ; qu'en un mot, c'est lui, et lui seul, qu'on doit reconnaître, soit qu'il agisse par lui-même, soit qu'il se présente dans la personne de ses mandataires, et que si les minerais ne sont pas exploités, c'est lui exclusivement qui doit être mis en demeure d'en opérer l'extraction pour les approvisionnements des usines, c'est contre lui que toute action doit continuer à être dirigée.

S'il en était autrement, un propriétaire, en plaçant sur son domaine plusieurs personnes à qui il céderait la faculté d'exploiter, pourrait susciter aux maîtres de forges, tenus de s'adresser directement à ces cessionnaires, mille contestations, mille embarras, pendant lesquels les besoins des usines resteraient en souffrance, et la loi se trouverait enfreinte, son but serait éludé.

En établissant au contraire que le propriétaire peut céder son droit d'exploitation, mais non s'exempter de ses obligations, ni convertir en une action personnelle contre ses cessionnaires l'action directe, immédiate, que l'administration et les maîtres de forges ont le pouvoir d'exercer contre lui, on se conforme au texte et à l'esprit de la loi, on obvie aux inconvénients, on respecte et l'on concilie tous les droits. Ces sortes de cessions ne peuvent plus alors porter dommage à l'intérêt public, puisque les clauses que les contractants ont réciproquement stipulées restent ainsi subordonnées à toutes les conditions que la loi a prescrites ; elles ne peuvent plus préjudicier ni à la société ni aux maîtres de forges.

Tels sont les principes qui, sur le rapport du directeur général des ponts et chaussées et des mines, et conformément à l'avis émis par le conseil général des mines, ont été consacrés par un arrêté de M. le ministre des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, du 12 juin 1837.

Cet arrêté porte que le propriétaire d'une mine de fer peut céder à des tiers la faculté d'exploiter à sa place, mais sans rien changer à ses obligations ;

Qu'en conséquence il ne sera donné acte à des cessionnaires de leurs déclarations qu'à la condition qu'elles seront accompagnées de pièces authentiques, attestant qu'ils sont mandataires des propriétaires du sol, et que la permission ne vaudra que pour le propriétaire ;

Que c'est à lui exclusivement que les maîtres de forges continueront de s'adresser pour le mettre en demeure de fournir aux besoins de leurs usines, dans le cas prévu par l'article 60 de la loi (1).

EXPLOITATION DES MINÈRES DE FER. QUESTIONS DE VOISINAGE, DE CONCURRENCE, D'EXPORTATION.

1. *L'expression de voisinage, employée par l'article 59 de la loi du 21 avril 1810, relativement aux usines pour lesquelles le propriétaire du terrain, où il y a du minerai de fer, est tenu d'exploiter ou de laisser exploiter à sa place, est prise ici dans un sens indéfini, dont la détermination ne peut dépendre que des circonstances locales.*

C'est aux préfets à apprécier, suivant les cas, et dans chaque espèce sur laquelle ils sont appelés à se prononcer, l'application qui doit en être faite.

2. *La faculté d'établir des ateliers, pour le lavage du minerai de fer, appartient à toute personne, qu'elle soit ou non propriétaire de hauts-fourneaux, en se conformant aux dispositions voulues par les lois et règlements pour l'établissement de ces ateliers.*

3. *Le propriétaire d'un lavoir ne peut être astreint*

Voir cet arrêté, ci-après, page 674.

à laver du minerai seulement pour telle ou telle usine, il est libre d'exercer son industrie comme bon lui semble.

4. *Le droit de voisinage, pour les usines qui peuvent se dire voisines d'une mine, se borne à exiger du propriétaire de la mine qu'il leur fournisse autant que possible, et avant d'en vendre à d'autres, la quantité de minerai qui leur est nécessaire, ou d'obtenir, à son défaut, la permission d'extraire en son lieu et place.*

Il n'exclut pas les propriétaires d'usines plus éloignées de la faculté de venir aussi s'approvisionner sur les mêmes gîtes.

5. *Lorsque le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines, et conformément à l'article 64 de la loi du 21 avril 1810, a déterminé la quantité de minerai qui devra être fournie aux usines voisines, le propriétaire du terrain est libre, en satisfaisant à ces livraisons, d'extraire telle autre quantité de minerai qu'il lui plaît, et de la vendre indistinctement aux acheteurs qui se présentent.*

6. *Il n'y a pas lieu de désigner dans les mines des cantonnements pour les usines.*

On vient de voir à quelles conditions le propriétaire d'un terrain sur lequel il y a du minerai de fer, exploitable à ciel ouvert, peut céder à des tiers la faculté d'exploiter, et dans quel sens ces derniers peuvent être admis à présenter en son nom la déclaration indiquée dans l'article 59 de la loi du 21 avril 1810.

D'autres questions importantes se sont élevées au sujet de cette même obligation, imposée par cet article 59 aux propriétaires de mines, d'extraire en quantité suffisante pour fournir, autant que possible, aux besoins des usines établies dans le voisinage avec autorisation légale.

On a demandé comment il fallait interpréter cette expression de *voisinage* ;

Si l'on pouvait fixer d'une manière absolue un certain rayon au delà duquel le voisinage cesserait ;

Quelle était l'étendue du droit que la loi a eu l'intention d'attribuer aux usines sur les minières de fer dont elles pourraient se dire voisines ;

Si elle a voulu qu'elles seules eussent la faculté de s'y approvisionner, et priver du même avantage des établissements qui seraient plus éloignés ;

Si des propriétaires de lavoirs peuvent être astreints à ne laver du minerai que pour certains hauts-fourneaux ;

Enfin, s'il peut être établi des cautionnements dans les minières pour l'approvisionnement des usines.

Déjà, en 1826, des contestations s'étaient élevées entre des maîtres de forges qui venaient pour exploiter sur un même gîte, et qui, bien qu'ils en fussent inégalement éloignés, réclamaient pareillement le droit d'y puiser ; elles avaient donné lieu d'examiner ces questions.

La compagnie des forges et fonderies de l'Ain et de la Loire, propriétaire de hauts-fourneaux au coke dans le département de la Loire, avait demandé l'autorisation d'établir des lavoirs dans la commune de Remigny, située dans le département de Saône-et-Loire. Peu de temps après elle avait acquis dans cette même commune un terrain sur lequel elle se mit à exploiter des minerais de fer d'alluvion reconnus comme un bon fondant, et qui étaient nécessaires à ses hauts-fourneaux.

Les propriétaires des usines du Creusot s'opposaient à l'établissement des lavoirs et surtout à l'extraction du minerai.

Ils représentèrent que, depuis leur origine, les usines du Creusot étaient en possession d'exploiter les minerais de Remigny ; que les minerais étaient peu abondants, et qu'il serait à craindre que l'existence de l'établissement du Creusot ne fût compromise, si on admettait au partage d'autres usines éloignées. Ils alléguèrent que la loi, en assujettissant la création de tout haut-fourneau à diverses formalités, avait voulu donner une garantie aux établissements anciens, et leur conserver les bois et les minerais nécessaires à leur roulement.

Le préfet de Saône-et-Loire accueillit cette réclamation, et prit un arrêté portant : 1° que les usines du Creusot étaient maintenues dans le *droit exclusif* de jouir des minerais de fer de Remigny et des communes voisines ; 2° qu'il était interdit à la compagnie des fonderies et forges de l'Ain et de la Loire d'extraire sur le terrain qu'elle avait

acheté à Remigny du minerai pour d'autres usines que pour les forges du Creusot, qui étaient établies dans le voisinage avec autorisation légale ; 3° que l'établissement des lavoirs que cette compagnie demandait à construire était ajourné, ou bien qu'elle serait tenue de ne préparer des minerais que pour le service des hauts-fourneaux du Creusot.

Mais le directeur général des ponts et chaussées et des mines proposa au ministre d'annuler cet arrêté.

Il exposa, en ce qui concernait la demande d'établissement de lavoirs, que le lavage du minerai de fer est une industrie comme une autre, qui ne peut être assujettie à des restrictions contraires au droit de propriété et au libre exercice de cette industrie ; que tout individu doit pouvoir, en se conformant aux règles tracées par la loi, établir des ateliers de ce genre, et laver du minerai pour tous les maîtres de forges indistinctement ; que la loi n'ayant posé aucune limite à cet égard, une semblable liberté ne pouvait être mise en doute.

Relativement à la question de savoir si la compagnie des forges et fonderies de l'Ain et de la Loire pouvait avoir le droit d'extraire ou d'acheter, concurremment avec celle du Creusot, les minerais de Remigny, il représenta que la loi, en spécifiant que le propriétaire d'une mine serait tenu de fournir, autant que faire se pourrait, aux usines du voisinage, avait voulu, par cette disposition, empêcher que l'extraction du minerai ne fût restreinte sous certains prétextes, et prévenir le monopole en s'opposant à ce que ces propriétaires fussent maîtres de livrer tout le produit de leurs minières à des usines de leur choix, au détriment de celles qui en auraient également besoin ; que c'est pour cela qu'elle les obligeait à fournir à toutes les usines du voisinage, pourvu qu'elles fussent établies régulièrement ; mais qu'il ne s'ensuivait pas que, lorsqu'il y a concurrence entre plusieurs maîtres de forges, ceux-là seuls, qui sont dans le voisinage de la mine, eussent le droit de s'y approvisionner, que nulle part la loi ne prononçait une pareille restriction ; que d'un côté il serait fort difficile de tracer d'une manière générale une ligne où commencerait et où finirait le voisinage ; une usine située à peu de distance, mais qui ne peut arriver à la mine que par des chemins détournés ou par des routes difficiles, en étant souvent moins rapprochée, comparativement, qu'une

autre usine établie à plusieurs lieues, mais qui se trouve en communication avec cette mine par une grande route, un canal ou un chemin de fer; que, d'un autre côté, quant au droit de voisinage en lui-même, il se borne uniquement à pouvoir forcer le propriétaire du fonds à exploiter et à fournir son minerai aux usines que leur position peut faire regarder comme voisines, ou à laisser exploiter à sa place les possesseurs de ces usines; il confère aussi à ces derniers la priorité pour l'extraction ou l'achat du minerai, le droit d'être servis avant tous autres. Mais ils ne sauraient s'opposer à ce que le propriétaire, lorsqu'il a satisfait aux besoins de leurs établissements, extraie du minerai et en vende à qui bon lui semble. S'il en était autrement, des inconvénients très-graves en résulteraient: les maîtres de forges d'une localité, assurés de trouver du minerai pour leur consommation, ne s'occuperaient plus d'entreprendre des recherches pour découvrir de nouvelles minières, et les propriétaires de ces minières, obligés de livrer leurs produits à une seule ou à un petit nombre d'usines, seraient absolument dans la dépendance de ces maîtres de forges, puisqu'il n'y aurait plus de concurrence pour l'achat du minerai. Les usines nouvelles seraient à leur tour sans sécurité; déjà des plaintes très-vives s'élevaient à ce sujet dans plusieurs départements. Enfin la question, envisagée dans son ensemble, touchait immédiatement à l'intérêt public: l'établissement des canaux, des chemins de fer, des voies de communication, si favorables aux progrès du commerce et à la prospérité du pays, ont précisément pour but de faciliter, à de grandes distances entre les départements, l'échange de leurs productions diverses: si l'on admettait que des usines voisines d'une mine ont seules le droit de s'y approvisionner, celles qui sont placées dans les départements où existent principalement ces gîtes métallifères voudraient s'opposer à la sortie du minerai, à sa libre circulation, et l'essor de l'industrie serait alors paralysé. Sans doute elles ont le droit d'exiger que les minières dont elles sont voisines fournissent autant que possible à leurs besoins. Le préfet doit prescrire qu'une quantité déterminée leur sera livrée; mais ces livraisons une fois réglées, s'il convient au propriétaire de ces minières d'en extraire des quantités plus considérables, aucune disposition de la loi ne l'oblige à réserver

pour des besoins futurs, éventuels, le minerai que renferme sa propriété.

D'après ces considérations, M. le ministre de l'intérieur rendit, le 1^{er} juillet 1826, une décision portant:

1^o Qu'il serait immédiatement donné suite à la demande présentée par la compagnie des forges et fonderies de l'Ain et de la Loire pour l'établissement de lavoirs à Remigny;

2^o Que si les usines du Creusot se trouvaient en concurrence avec d'autres maîtres de forges pour l'exploitation ou l'achat, dans un même fonds, des minerais de fer de Remigny et autres communes voisines, les proportions, suivant lesquelles chacun d'eux pourrait exploiter ou acheter dans ce même fonds, seraient déterminées, sur l'avis des ingénieurs des mines, par le préfet, conformément à l'article 64 de la loi du 21 avril 1810, et que les propriétaires desdites minières resteraient libres, lorsqu'ils auraient satisfait aux besoins des usines voisines, d'extraire telle quantité qu'ils jugeraient convenable, et de la vendre à tous les maîtres de forges indistinctement.

Les mêmes principes ont été consacrés par une autre décision du même jour, à l'occasion d'une réclamation qui avait été formée par des maîtres de forges du département de la Haute-Saône.

Ces maîtres de forges demandaient que toutes les permissions, accordées jusqu'alors, d'établir des patouillets et lavoirs, à d'autres qu'à des propriétaires ou amodiateurs de hauts-fourneaux dans le département de la Haute-Saône, fussent déclarées nulles et de nul effet;

Qu'en conséquence, tous les patouillets et lavoirs qui n'étaient pas des dépendances de hauts-fourneaux établis, fussent supprimés;

Que provisoirement tout lavage de mines, qui ne serait pas fait par un maître de forges exploitant un haut-fourneau ou pour son compte, fût interdit;

Que défenses fussent faites à tout propriétaire de minières de fer de vendre du minerai à d'autres qu'aux propriétaires ou amodiateurs des hauts-fourneaux qui étaient voisins de ces minières.

Le ministre a rejeté ces demandes, attendu, en ce qui concernait les lavoirs, que le lavage du minerai était une industrie que chacun pouvait exercer en se conformant aux lois et règlements, et qui n'était pas subordonnée à la

qualité de maîtres de forges ou d'amodiateurs de hauts-fourneaux ;

Et relativement à l'autre partie des réclamations, qui avait pour objet de faire réserver exclusivement tout le minerai de la localité pour les usines du voisinage, il a décidé, d'après les considérations déjà exposées plus haut, que les propriétaires des terrains dans lesquels existent des minières, seraient tenus de fournir aux usines voisines établies légalement dans la proportion de leurs besoins ; qu'en conséquence, le préfet du département déterminerait la quantité de minerai qui serait livrée à ces usines ; et que ces livraisons étant réglées, l'excédant pourrait être vendu à tout autre maître de forges indistinctement par les propriétaires qui resteraient libres d'extraire telle quantité qu'ils jugeraient convenable.

Enfin, la même question de savoir comment doit être entendu le mot de *voisinage* employé par l'article 59 de la loi, au sujet des usines pour lesquelles le propriétaire d'une mine de fer est obligé d'exploiter ou de laisser exploiter à sa place ; et cette autre question, s'il peut être établi des cantonnements dans les minières de fer pour l'approvisionnement des usines, ont récemment été de nouveau examinées à propos de contestations semblables qui avaient lieu dans quelques départements.

Une décision générale devenait nécessaire pour fixer les principes ; elle a été conforme à ce qui avait déjà été réglé en 1826 dans les espèces qui viennent d'être rappelées.

On a considéré que, lorsque la loi a spécifié que les propriétaires de minières de fer seraient tenus de fournir, autant que possible, aux usines voisines les approvisionnements dont elles auraient besoin, elle n'avait pas voulu donner au mot *voisinage* une acception rigoureuse, invariable, et telle que le sens n'en pourrait être restreint ou étendu suivant la diversité des cas qui peuvent se rencontrer. Cela aurait été impraticable, la nature des choses s'y opposait.

Beaucoup d'usines sont obligées de tirer de fort loin tout le minerai qu'elles consomment ; les gîtes de fer les plus rapprochés en sont quelquefois à dix ou quinze lieues, et même davantage. Par exemple, les gîtes de fer de Rancié, dans l'Ariège, alimentent des usines situées dans le département du Tarn, c'est-à-dire à plus de quarante lieues. Dans d'autres localités, les forges ne peuvent être convenable-

ment alimentées que par plusieurs minières qui sont placées de différents côtés, et il arrive souvent que les gîtes les plus voisins du côté du midi sont à dix ou douze lieues, tandis que ceux du nord se trouvent à une ou deux lieues, ou plus près encore.

Le rayon de voisinage varie donc à l'infini, selon les localités, les accidents qui peuvent se rencontrer : on ne saurait lui appliquer une règle fixe et uniforme.

Aussi la loi ne l'a pas déterminé : elle a employé une expression qui pouvait se prêter à la diversité des cas ; et c'est en connaissance de cause qu'on en a agi ainsi ; c'est la nature même des choses qui veut qu'en ces sortes d'affaires il n'intervienne que des solutions spéciales, particulières à chaque mineire.

Par conséquent, lorsque des questions de voisinage se présentent pour des usines, c'est aux préfets qu'il appartient de statuer suivant les espèces et les circonstances.

Mais il ne peut y avoir lieu, en principe, de désigner dans les minières des cantonnements pour les usines. L'article 59 de la loi n'a point inféodé aux usines à fer les minières dont elles sont voisines. Cet article porte seulement que nul propriétaire de mineire ne pourra refuser de satisfaire, autant que possible, aux besoins des maîtres de forges qui sont établis dans le voisinage. Les dispositions qui suivent confèrent à ces maîtres de forges la faculté d'obliger le propriétaire à extraire une quantité suffisante pour subvenir à leurs approvisionnements, ou de les laisser exploiter à sa place, s'il ne veut pas exploiter lui-même ; elles leur donnent aussi le droit d'être servis les premiers, de préférence aux autres usines qui ne peuvent se dire voisines ; mais leurs approvisionnements réglés, le propriétaire est libre d'expédier du minerai ailleurs. La loi lui impose une servitude à l'égard des usines du voisinage : elle restreint en leur faveur le droit qu'il a de vendre son minerai comme toute autre récolte ; mais elle ne lui interdit nullement, lorsqu'il a satisfait envers ces usines à ses obligations, d'en vendre, d'en transporter au loin, lorsque l'occasion s'en présente, et qu'il y trouve de l'avantage.

En effet, par les expressions qu'il fournira, *autant que faire se pourra*, aux besoins des mines établies dans le voisinage, l'article 59 reconnaît qu'il peut arriver que les produits des minières voisines des usines ne suffisent pas aux approvisionnements de ces dernières, ce qui indique

qu'elles aient la faculté de se pourvoir ailleurs, non plus avec privilège, mais du moins comme peut le faire toute manufacture dans d'autres industries.

L'article 64, plus explicite encore, spécifie expressément que plusieurs maîtres de forges pourront exploiter en concurrence sur un même fonds, et il ne fait aucune distinction soit entre ceux qui sont plus ou moins voisins de cette mine, soit entre ces derniers et les maîtres de forges dont les établissements sont éloignés. Le même article admet pareillement tous les maîtres de forges indistinctement à acheter du minerai du propriétaire du sol, lorsque c'est celui-ci qui exploite. Il veut uniquement que, dans l'un et l'autre de ces cas, l'exercice des droits de chaque maître de forges sur le minerai soit réglé par les préfets, auxquels il laisse à cet égard toute latitude.

Ici, comme pour la question de voisinage, il fallait que les préfets eussent cette latitude. Ces affaires offrent nécessairement des éléments compliqués, qui diffèrent notablement d'un pays à un autre, qui, dans le même pays, peuvent se modifier dans un court espace de temps, à raison d'une multitude de circonstances, telles que l'établissement de nouvelles usines, la découverte de nouveaux gîtes, et les variations des besoins de la fabrication.

Il ne peut donc y avoir lieu qu'à régler les proportions entre des maîtres de forges, et non à désigner dans les mines des cantonnements pour l'approvisionnement des usines.

A la vérité il existe deux exemples en France, où des mines sont exclusivement affectées à un certain nombre d'usines situées dans leur circonscription. Cela a lieu à Saint-Pancré et à Audun-le-Tiche et Ametz, dans le département de la Moselle. Mais c'est un régime tout à fait exceptionnel, dont l'origine remonte à des temps reculés, et qui a été conservé en raison d'antiques usages du pays, des anciens titres, des droits acquis sur lesquels il était fondé, et de la nature spéciale de ces gîtes qui, contenant à la fois dans un même rayon des minerais de diverses qualités, les uns inférieures, les autres beaucoup plus riches, exigeaient des règles particulières pour leur aménagement, nécessaire à l'intérêt public.

En thèse générale, il y aurait de très-graves inconvénients à circonscrire pour chaque usine un périmètre qui lui serait exclusivement réservé. L'administration y trouve-

rait plus de facilités, sans doute pour prévenir les contestations entre les maîtres de forges; mais une semblable mesure dérogerait aux principes de la loi, puisqu'elle équivaldrait à une sorte de régime de concession des mines de fer; régime que le législateur a interdit en déclarant qu'elles ne seraient point concessibles, sauf les cas exceptionnels qu'il a prévus; on ajouterait arbitrairement des limites à l'exercice du droit de propriété; on entraverait les améliorations qui pourraient être obtenues dans les forges par des mélanges de minerais provenant de différents lieux situés hors des périmètres respectifs; on compromettrait l'avenir de l'industrie, en créant, en faveur de quelques maîtres de forges, des droits absolus qui empêcheraient l'établissement de nouvelles usines, et même, dans certains cas, mettraient obstacle à ce que les usines, actuellement existantes, pussent prendre de l'accroissement.

Le droit de voisinage, pour un maître de forges, se borne donc à pouvoir exiger du minerai de la mine dont il est voisin, et à être servi, avant tout autre plus éloigné, dans la proportion de ses besoins actuels. Sur un grand nombre de points de la France, les produits, excédant la consommation des usines qui peuvent, à juste titre, se dire voisines des exploitations, sont annuellement transportés à des distances plus ou moins considérables, sans qu'il s'élève des réclamations, et c'est ainsi notamment que l'on fond à Saint-Etienne des minerais de l'Ain, de la Haute-Saône, et que les usines de la Gironde et même des Landes, tirent des minerais de la Dordogne et du département de Lot-et-Garonne.

Ces principes ont été consacrés par un arrêté de M. le ministre des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, du 30 juin 1837, pris sur le rapport de M. le directeur général des ponts et chaussées et des mines, et conformément à l'avis qui avait été émis par le conseil général des mines.

Cet arrêté porte que la détermination du rayon de voisinage qu'il convient d'assigner à telles ou telles usines, relativement aux mines de fer, dont les produits doivent en tout ou en partie être conservés à leurs approvisionnements, dépendant de circonstances locales et ne pouvant être absolue, c'est aux préfets qu'il appartient de faire, suivant chaque espèce et selon la nature de ces circonstances, dans chacun des cas particuliers sur lesquels ils sont appe-

lés à prononcer, l'application de cette expression de *voisinage* employée par la loi ; que pareillement ils doivent, lorsqu'il y a concurrence entre plusieurs maîtres de forges, pour exploiter ou pour acheter du minerai sur un même fonds, régler les portions suivant lesquelles chacun d'eux y participera ; mais qu'il n'y a pas lieu de désigner dans les minières des cantonnements pour l'approvisionnement de ces usines (1).

(1) V. cet arrêté, ci-après, page 678.

ORDONNANCES DU ROI,

ET DÉCISIONS DIVERSES,

Concernant les mines, etc.

PREMIER SEMESTRE DE 1837.

Ordonnance du 6 janvier 1837, portant que ^{Lavoir à cheval}
 MM. BOUCHOT frères ^{à la Chapelle-} *sont autorisés à établir un* ^{St-Quillain.}
lavoir à cheval pour le lavage du minerai de fer,
près des deux lavoirs à bras qu'ils ont établis en
vertu de l'ordonnance royale du 11 avril 1827,
dans leur propriété au lieu dit BELLEFONTAINE,
commune de la CHAPELLE ST.-QUILLAIN (Haute-
Saône).

Ordonnance du 6 janvier 1837, portant que ^{Forge, à}
 M. BORDET-JOURDHEUIL ^{Colmiers-le-Bas} *est autorisé à tenir et conserver*
en activité la forge qu'il possède sur la rivière de
L'OURCE, dans la commune de COLMIERS-LE-BAS
(Haute-Marne).

Cette usine est et demeure composée de deux feux d'affinerie et de deux marteaux pour la fabrication du fer.

Ordonnance du 6 janvier 1837, portant concession
de la mine de fer de VELLEFAUX (Haute-Saône).

(Extrait.)

Art. 1^{er}. Il est fait concession à M. Joseph Gauthier ^{Mine de fer}
 de la mine de fer située dans les communes de Vellefaux et ^{de Vellefaux.}

d'Echenoz-le-Sec, arrondissement de Vesoul, département de la Haute-Saône.

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Vellefaux*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

A l'est, par la partie de la route royale de Besançon à Metz, située entre l'angle oriental de la maison de M. Maurice Lyantey, et une perpendiculaire abaissée sur cette route, de l'angle oriental du bois communal de Vellefaux, dit les Grands-Bois ;

Au nord : 1^o par ladite perpendiculaire ; 2^o par la limite méridionale dudit bois communal, située entre ledit angle oriental et son angle méridional ; 3^o par une ligne droite allant de cet angle méridional à l'angle septentrional du bois dit des Theuley, et prolongée jusqu'à la limite orientale du territoire de la commune de Villeguindry ;

A l'ouest, par la dite limite orientale au territoire de Villeguindry, à partir de son point d'intersection par ladite ligne droite jusqu'à son point de rencontre avec la limite septentrionale du bois communal d'Echenoz-le-Sec ;

Au sud-ouest, par une ligne droite allant dudit point de rencontre du territoire de Villeguindry et du bois communal d'Echenoz-le-Sec, au clocher de l'église d'Echenoz-le-Sec ;

Au sud-est, enfin, par une ligne droite allant dudit clocher de l'église d'Echenoz-le-Sec à l'angle oriental de la maison de M. Maurice Lyantey, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de trois kilomètres carrés trente-trois hectares.

Ordonnance du 27 janvier 1837, portant concession des mines de houille de FERQUES (Pas-de-Calais).

(Extrait.)

Mines
de houille
de Ferques.

Art. 1^{er}. Il est fait concession à MM. Alexandre-Désiré-Joseph Fremicourt, Charles-Louis-Marie Parizot, Alexandre Richardson, Robert Davidson et Alexandre-Joseph Fremicourt fils, des mines de houille comprises dans les

limites ci-après définies, sur les cantons de Marquise et de Guines, arrondissement de Boulogne-sur-Mer, département du Pas-de-Calais.

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de *concession de Ferques*, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, par une ligne droite ABC partant du moulin de Leubringhen A, menée depuis la route royale de Boulogne à Calais sur l'église de Landrethun le nord B, et de cette église au lieu dit le ventre de Cassiers C ;

Au nord-est, par une ligne droite CD partant dudit lieu de ventre de Cassiers C, et se dirigeant sur le moulin du sieur Lemaitre, territoire de Fiennes, mais s'arrêtant en D à la grande route départementale de Marquise à Guines, puis continuant le long de cette route jusqu'à son intersection en E, avec une ligne droite partant du moulin du sieur Lemaitre, et se dirigeant au point de concours K des territoires de Fiennes, Cassiers et Elinghen ;

Au sud, à partir dudit point E, par cette même ligne droite jusqu'au point R, où elle se termine ; du point C, par une suite de lignes brisées K, L, M, N, séparatives des territoires d'Elinghen d'avec ceux de Cassiers, Landrethun et Ferques, jusqu'à l'angle sud-est de la maison N du sieur Lacaille ;

Du point N sud-est, de ladite maison par une ligne droite aboutissant au point Q, intersection du chemin du mont du Cap, et de la route royale de Boulogne à Calais ;

Au nord-ouest, par la partie de cette route qui est comprise entre le point Q et le moulin de Leubringhen A, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 17 kilomètres carrés 95 hectares.

Ordonnance du 27 janvier 1837, portant que MM. BAILLE ET FEBVRET sont autorisés à établir un lavoir à cheval pour le lavage du minerai de fer sur un terrain qu'ils tiennent à bail de M. BOREL, dans la commune de PESMES (Haute-Saône).

Lavoir
à cheval,
à Pesmes.

Usine à fer, à
Busserolles.

Ordonnance du 27 janvier 1837, portant que M. Jean HUGUET est autorisé à établir une usine à fer au lieu dit DE LA VALLADE, sur la rivière de la TARDOIRE, dans la commune de BUSSEROLLES (Dordogne).

La consistance de cette usine est et demeure fixée ainsi qu'il suit :

Un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer ;
Un bocard pour les laitiers ;
Un lavoir à bras pour le minerai ;
Deux feux d'affinerie et un marteau.

Carrières du
département de
la Dordogne.

Ordonnance du 1^{er} février 1837, relative à l'exploitation des carrières de BRANTÔME (Dordogne).

LOUIS-PHILIPPE, etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état des travaux publics, de l'agriculture et du commerce ;

Vu le projet de règlement rédigé, le 18 mai 1835, par l'ingénieur des mines et proposé par le préfet de la Dordogne, le 1^{er} juin suivant, pour l'exploitation des carrières souterraines qui existent dans la commune de Brantôme ;

La délibération du conseil municipal de cette commune, du 18 octobre même année ;

La lettre du préfet de la Dordogne, du 20 du même mois ;

L'avis du conseil général des mines, du 13 juin 1836 ;

Notre conseil d'état entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1^{er}. Les carrières souterraines de pierre à bâtir, ouvertes ou à ouvrir dans la commune de Brantôme, département de la Dordogne, seront, à compter de la publication qui aura été faite dans le département, de la présente ordonnance, soumises aux mesures d'ordre et de police qui sont prescrites ci-après.

TITRE I^{er}.

EXERCICE DE LA SURVEILLANCE DE L'ADMINISTRATION SUR L'EXPLOITATION DES CARRIÈRES.

Art. 2. Tout propriétaire ou entrepreneur qui se proposera, soit de continuer l'exploitation d'une carrière en activité, soit d'en ouvrir une nouvelle, sera tenu d'en faire la déclaration devant le préfet du département par l'intermédiaire du maire de la commune.

Art. 3. Cette déclaration énoncera le nom, prénoms et demeure du propriétaire ou de l'entrepreneur de l'exploitation, avec indication de ses droits de propriété ou de jouissance du sol. Elle énoncera aussi le nombre d'ouvriers que l'exploitant se propose d'employer, avec désignation des différentes fonctions auxquelles ces ouvriers seront appliqués d'après les usages locaux. Enfin elle fera connaître d'une manière précise le lieu de l'emplacement de l'exploitation, la disposition générale des travaux faits ou à faire, ainsi que les moyens qui seront employés ou projetés pour assurer la solidité des ouvrages, pour prévenir les accidents, tant en dehors qu'à l'intérieur, pour épuiser les eaux et pour extraire les matières.

Art. 4. Ladite déclaration sera accompagnée d'un plan de la surface du terrain à exploiter, indiquant les édifices, habitations, clôtures murées et chemins qui peuvent exister, tant sur ce terrain qu'à la distance de 30 mètres au moins de ses limites, et représentant les travaux d'exploitation existants ou projetés. Ce plan sera dressé sur une échelle de 2 millimètres pour mètre. Il devra être visé par le maire de la commune et vérifié par l'ingénieur des mines.

Art. 5. Ladite déclaration sera faite, 1^o pour toute carrière en activité, dans le délai de trois mois, à compter de la publication du présent règlement ; 2^o pour toute nouvelle carrière, un mois avant la mise en activité des travaux d'exploitation projetés.

Art. 6. Faute par lesdits propriétaires ou entrepreneurs d'avoir fait la déclaration sus-énoncée dans les délais prescrits, le préfet, aussitôt qu'il sera informé de l'existence d'une exploitation non déclarée, en ordonnera la visite ;

après quoi, sur le rapport du maire de la commune et sur l'avis de l'ingénieur des mines, le préfet pourra ordonner que provisoirement et par mesure de police, les travaux en seront suspendus jusqu'à ce que la déclaration prescrite ait été effectuée, le tout sauf recours au conseil de préfecture, et sans préjudice des poursuites qui seront dirigées contre les exploitants pour cause d'infraction au présent règlement.

Art. 7. La surveillance de police, à l'égard des travaux d'exploitation, sera exercée sous l'autorité du préfet, par l'ingénieur des mines ou par le voyer souterrain, et concurremment par le maire ou par tout autre officier de police de la commune, chacun dans l'ordre de ses attributions, et conformément à ce qui est prescrit par les articles 47, 48, 50, 81 et 82 de la loi sur les mines du 21 avril 1810, par l'art. 40 du décret organique du 18 novembre 1810, et par les art. 3, 4, 5, 7, 11, 13 et 14 du décret du 3 janvier 1813 sur la police souterraine.

Art. 8. L'ingénieur des mines donnera aux exploitants des instructions sur la conduite de leur travaux, sous le rapport de la sûreté et de la solidité. Il informera le préfet de tout désordre, abus ou inconvénient qu'il aurait observé en visitant les carrières, et proposera les moyens d'amélioration ou les mesures d'ordre public dont il aura reconnu l'utilité ou la nécessité. Le maire informera aussi le préfet de tous les vices qu'il aurait remarqués dans les carrières et qui seraient de nature à occasionner des accidents.

Art. 9. Sur le rapport de l'ingénieur des mines et l'avis du maire de la commune, le préfet, après avoir entendu l'exploitant de la carrière dont il s'agira, prendra telles mesures qu'il appartiendra, et pourra même prononcer l'interdiction des travaux reconnus dangereux, sauf recours au conseil de préfecture.

En cas de péril éminent, le maire prendra, par provision, toutes les mesures qu'il jugera propres à faire cesser le danger, et il en rendra compte immédiatement au préfet.

Art. 10. L'exploitant sera tenu de faciliter à l'ingénieur des mines, au maire, ainsi qu'à tous les autres fonctionnaires publics ou agents délégués par l'administration, les moyens de visiter les travaux d'exploitation et d'en reconnaître l'état.

Art. 11. Il sera personnellement responsable du fait de

ses employés et ouvriers. Ces derniers devront toujours être porteurs de livrets, conformément à l'art. 12 de la loi du 22 germinal an XI (12 avril 1803).

Art. 12. Nul exploitant ne pourra abandonner, combler ou faire écrouler une carrière sans en avoir fait, au moins un mois à l'avance, la déclaration au préfet par l'intermédiaire du maire de la commune. Le préfet, après avoir fait connaître l'état des lieux, prescrira ce qu'il appartiendra dans l'intérêt de la sûreté publique.

TITRE II.

RÈGLES SPÉCIALES POUR L'EXPLOITATION.

I^{re} Section. — *Dispositions générales.*

Art. 13. Les masses calcaires de la commune de Brantôme ne pourront être exploitées par cavage à bouche, qu'autant que les bancs présenteront assez de solidité pour offrir un bon ciel et des piliers de force suffisante.

Art. 14. L'exploitation par cavage à bouche sera divisée en deux classes, le cavage à un seul étage et le cavage à plusieurs étages.

II^e Section. — *Cavage à un seul étage.*

Art. 15. Pour commencer ce genre de cavage, on enlèvera en tout ou en partie, sur la longueur du front du cavage, les terres de recouvrement de la masse, de manière à y fournir une retraite ou banquette de 2 mètres au moins de largeur.

Art. 16. Un fossé d'un mètre de largeur et autant de profondeur, sera ouvert parallèlement au front de masse et au-dessus de l'entrée de la carrière; on rejettera les déblais de ce fossé du côté de la bouche du cavage, pour y former une berge ou rempart destiné à prévenir les accidents et à détourner les eaux.

Art. 17. L'exploitation se fera par galeries parallèles entre elles, dirigées perpendiculairement au front de masse.

Art. 18. La largeur de ces galeries ne pourra excéder

5 mètres 60 centimètres, et leur hauteur 4 mètres 50 centimètres.

Art. 19. Il sera laissé au faite des ateliers ou chantiers d'extraction un ciel en bonne pierre, dont la solidité et l'épaisseur seront suffisantes pour empêcher tout affaissement du sol. Dans aucun cas, ce ciel ne pourra avoir moins d'un mètre d'épaisseur.

Art. 20. Les masses qui devront être laissées entre chaque atelier ou entre les galeries parallèles indiquées en l'article 19, auront une épaisseur de 5 mètres.

Art. 21. Ces massifs pourront être coupés par des galeries transversales parallèles au front de masse et dirigées en ligne droite dans toute l'étendue de l'exploitation, de manière à former l'ouvrage dit en *échiquier*.

Art. 22. La largeur de ces galeries transversales ne pourra excéder 4 mètres cinquante centimètres, et l'intervalle qui les séparera ne pourra être moindre de cinq mètres, de telle sorte que les piliers existants après toute exploitation, aient au moins 5 mètres en tous sens.

Art. 23. Les débris de pierre et les déblais seront placés dans les chantiers abandonnés et dans les anciennes excavations, de manière à les remplir jusqu'au faite, ou au moins à en défendre l'accès.

III^e Section. — *Cavage à plusieurs étages.*

Art. 24. Ce mode d'exploitation ne pourra être pratiqué que dans les masses qui auront au moins 10 mètres d'épaisseur.

Art. 25. Les dimensions des galeries de chaque étage seront les mêmes que celles déterminées dans la section qui précède.

Art. 26. Les étages seront disposés et coordonnés entre eux, de manière que les massifs de chacun des étages supérieurs correspondent exactement à ceux de l'étage immédiatement inférieur, et qu'il y ait toujours dans la carrière plein sur plein, vide sur vide.

Art. 27. L'épaisseur des planchers laissés entre deux étages successifs ne pourra jamais être moindre de 2 mètres; elle devra être plus grande si la nature de la masse l'exige.

Art. 28. Dans tous les cas, il sera laissé au faite de l'é

tage supérieur un ciel en bonne pierre, ayant au moins une épaisseur de un mètre.

Art. 29. Dans ce genre d'exploitation, les massifs de soutènement ne pourront être recoupés dans aucun étage; les exploitants auront seulement la faculté d'établir, entre les galeries ou entre les chantiers voisins, des communications de service pour le passage des hommes et des voitures.

Art. 30. Aucun étage d'exploitation ne pourra être entrepris ou poursuivi dans les parties supérieures de la masse avant que l'état des bancs inférieurs n'ait été reconnu par des sondages ou autrement.

Dans le cas où ces recherches auraient fait connaître l'existence d'une ancienne exploitation, le plan devra en être joint à la déclaration prescrite par l'article 2 ci-dessus, et les ateliers des étages à ouvrir seront coordonnés à ceux de l'ancienne exploitation, ainsi qu'il est prescrit en l'article 26.

IV^e Section. — *Règles communes à toutes les exploitations.*

Art. 31. Quel que soit le nombre des étages, l'exploitation ne pourra être poursuivie que jusqu'à la distance de 10 mètres des bords des chemins à voiture, des édifices et constructions quelconques.

Cette distance pourra en outre être augmentée, suivant les localités, d'une quantité égale à l'épaisseur des terres de recouvrement au-dessus de la masse exploitée.

TITRE III.

RÉPRESSION DES CONTRAVENTIONS.

Art. 32. Les contraventions au présent règlement, qui seraient commises par les propriétaires, par les exploitants ou par toute autre personne, et d'où résulteraient des détériorations quelconques aux routes royales et départementales, ainsi que toutes les contraventions qui auraient pour effet, soit de porter atteinte à la solidité des travaux des carrières, soit de compromettre la sûreté publique, la sûreté des ouvriers et celle des habitations de la

surface, seront constatées, réprimées et poursuivies par voie administrative, conformément à ce qui est prescrit par les articles 50 et 82 de la loi sur les mines et carrières, du 21 avril 1810, par l'article 31 du règlement général sur les carrières, du 22 mars 1813, ainsi que par la loi du 29 floréal an X, par les décrets des 18 août 1810 et 16 décembre 1811, sur la grande voirie.

Les procès-verbaux constatant lesdites contraventions seront rédigés par l'ingénieur ou par le voyer souterrain, et concurremment par les autres fonctionnaires publics, désignés en l'article 2 de la loi précitée du 29 floréal an X.

Ces procès-verbaux seront affirmés devant le maire ou l'adjoint du maire, et transmis au sous-préfet de l'arrondissement, lequel ordonnera, par provision, ce que de droit.

Il sera statué définitivement en conseil de préfecture.

Art. 33. Toutes les autres contraventions au présent règlement seront dénoncées et constatées comme en matière de voirie et de police.

Les procès-verbaux contre les contrevenants seront dressés par les ingénieurs des mines ou par le voyer souterrain, et concurremment par le maire ou par tout autre officier de police judiciaire, selon ce qui est prescrit, tant par l'article 93 de la loi du 21 avril 1810 que par les articles 11 à 21 du Code d'instruction criminelle.

Art. 34. Lesdits procès-verbaux seront dressés sur papier libre, visés pour timbre et enregistrés en débet, et affirmés dans le délai de vingt-quatre heures.

L'affirmation sera reçue, soit par le juge de paix du canton, soit par l'un des suppléants, soit enfin par le maire ou par l'adjoint du maire, le tout conformément à ce qui est prescrit par l'article 11 de la loi du 28 floréal an X, sur les justices de paix.

Les procès-verbaux seront transmis en originaux au procureur du roi près le tribunal de police correctionnelle de l'arrondissement, lequel poursuivra d'office les contrevenants, conformément à l'article 95 de la loi du 21 avril 1810, et requerra contre eux l'application des peines encourues, sans préjudice des dommages et intérêts qui pourraient être réclamés par les parties lésées.

Copie de ces procès-verbaux sera immédiatement transmise au préfet.

Art. 35. La présente ordonnance sera insérée au recueil des actes administratifs du département. Elle sera publiée,

à la diligence du préfet et par les soins du maire, dans la commune de Brantôme. Il en sera en outre donné par le maire une connaissance spéciale aux entrepreneurs de carrières. Il en sera adressé des expéditions au sous-préfet et à l'ingénieur des mines, pour qu'ils en assurent l'exécution, chacun en ce qui le concerne.

Art. 36. Notre ministre secrétaire d'état au département des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, est chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

Ordonnance du 1^{er} février 1837, portant que Lavoir à cheval
MM. PARISET sont autorisés à établir un lavoir à à Onay.
cheval pour le lavage du minerai de fer, dans le
clos attenant à la maison qu'ils possèdent à
ONAY, arrondissement de GRAY (Haute-Saône).

Ordonnance du 1^{er} février 1837, portant que Usine à fer
M. François ROUSSEL est autorisé à établir une à Chancenay
usine destinée à l'affinage de la fonte de fer, sur
le ruisseau d'ORNEL, dans la commune de CHAN-
CENAY, arrondissement de VASSY (Haute-Marne).
Cette usine sera composée d'un four à réverbère, dit
four à pudler; d'une chaufferie, d'un marteau et de deux
roues hydrauliques.

Ordonnance du 24 février 1837, portant que M. PAS- Lavoirs à bras,
QUIER DE LAGRESSIÈRE est autorisé à conserver et à Martincourt.
tenir en activité les deux lavoirs à bras qu'il a
établis pour le lavage du minerai de fer, sur le
ruisseau du vallon dit le FOND DES COULMIERS, dans
la commune de MARTINCOURT (Meuse).

Lavoirs à bras,
à Ribeaucourt.

Ordonnance du 24 février 1837, portant que
MM. MUEL frères, DEMIMUID-MUEL et d'ÉGREMONT
sont autorisés à rétablir et maintenir en activité,
sur une dérivation du ruisseau d'ORGE, au lieu
dit PRÈS DU BOGARD, territoire de RIBEAUCOURT
(Meuse), vingt-deux lavoirs à bras pour le lavage
du minerai de fer, sur des terrains dont ils sont
propriétaires, savoir : MM. Muel frères, 14 la-
voirs ; Demimuid, 6 lavoirs ; d'Égremont, 2 la-
voirs.

(Extrait.)

Art. 7. L'épuration du lavage cessera tous les ans au 15
avril, et ne sera reprise qu'après la récolte des regains.
L'époque de la reprise sera fixée, chaque année, par le
préfet du département, sur le vu de certificats délivrés à
la diligence du permissionnaire, par les maires des com-
munes de Ribeaucourt, de Biencourt et de Couvertpuits.

Mines
de manganèse
de Milhac.

*Ordonnance du 27 février 1837, relative à la con-
cession des mines de manganèse de MILHAC (Dor-
dogne).*

(Extrait.)

Art. 1^{er}. La renonciation de M. Jules Delanoue à une
partie de l'étendue de la concession des mines de manga-
nèse de Milhac, département de la Dordogne, qui lui a
été accordée par notre ordonnance royale du 10 mars 1833,
est acceptée.

Art. 2. En conséquence, les limites de ladite concession
sont réduites et fixées ainsi qu'il suit, conformément au plan
joint à la présente ordonnance, savoir :

A l'ouest, une ligne brisée menée de l'angle nord de la
maison principale de Maumont au point d'intersection du
ruisseau de l'étang rompu, et du chemin qui va de Milhac

aux Mouillères, et de ce dernier point au confluent des
ruisseaux de Lâge et de la Fouillarge ;

Au sud, une ligne plusieurs fois brisée, menée du point
précédent à l'angle nord de la maison la plus septentrio-
nale du village de Lâge ; de ce dernier point au point de
jonction des deux chemins qui conduisent de Lâge et de
Lespinasse à Saint-Martin-de-Fressengeas ;

À l'est, une droite tirée du point précédent à l'angle
nord de la maisonnette des vignes de Lâge ;

Au nord, une ligne plusieurs fois brisée, menée de ce
dernier point à l'angle nord de la maison de la Fouil-
large, de ce dernier point à l'angle nord de la maison
principale de Maumont, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de
2 kilomètres 67 hectares.

Art. 3. Le concessionnaire demeure tenu de se confor-
mer à toutes les autres dispositions contenues dans l'or-
donnance du 10 mars 1833, et dans le cahier des charges
qui y est annexé.

Art. 4. La présente ordonnance sera publiée et affichée
aux frais du concessionnaire et à la diligence du préfet,
dans les communes sur lesquelles porte la concession ainsi
réduite.

Art. 5. Notre ministre secrétaire d'état au département
des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, est
chargé, etc.

Ordonnance du 10 mars 1837, portant que Taillanderie,
M. Pierre FRANCOZ est autorisé à établir au lieu à Sassenages.
dit LES CÔTES, commune de SASSENAGES (Isère),
une taillanderie composée d'un feu de forge, d'un
martinet à deux marteaux, et de deux meules
à aiguiser.

Ordonnance du 10 mars 1837, portant que Haut-fourneau
M. BERTRAND-GEOFFROY est autorisé à établir un à Deville.
haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer,
sur le ruisseau dit le RU DE LA FORGE, au lieu dit le
GRAND-ÉTANG, commune de DEVILLE (Ardennes).

Patouillet,
à Dancevoir.

Ordonnance du 10 mars 1837, portant que M. ESTIENNE (Charles-Jean) est autorisé à tenir en activité le patouillet à deux huches qu'il a établi sur l'AUBETTE, commune de DANCLVOIR, arrondissement de CHAUMONT (Haute-Marne).

Ordonnance du 12 mars 1837, portant concession des mines de houille de NOYANT (Allier).

(Extrait.)

Mines
de houille
de Noyant.

Art. 1^{er}. Il est fait concession à M. Louis-François-Henri-Joseph Boca, et Charles Choppin de Seraincourt, des mines de houille comprises dans les limites ci-après définies, commune de Noyant, département de l'Allier.

Art. 2 Cette concession, qui prendra le nom de concession de Noyant, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, depuis l'angle extérieur au nord-est de l'étang de la forge de Messargès, en suivant la limite de cet étang jusqu'au chemin de Meillers à la forge; et de là en suivant ledit chemin jusqu'à celui de Maltaverne à Souvigny;

A l'ouest, ladite jonction du chemin de Meillers à la forge de Messargès avec celui de Maltaverne à Souvigny, en suivant ce dernier chemin jusqu'à celui de Meillers, de cette jonction par une ligne droite à la Croix-Louis;

Au sud, de la Croix-Louis par une ligne droite à la Pierre-Percée;

A l'est, de la Pierre-Percée, en suivant le cours de la rivière de la Queune, passant par le moulin de Châtillon jusqu'au pont établi sur cette rivière dans la grande route de Limoges à Moulins, jusqu'à l'angle extérieur de l'étang de la forge de Messargès, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 12 kilomètres carrés 30 hectares.

Haut-fourneau,
à Margut.

Ordonnance du 15 mars 1837, portant que M. SEILLIÈRE est autorisé à établir un deuxième haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer, dans la halle de

celui qu'il possède sur le cours d'eau d'ORVAL, dans la commune de MARGUT, arrondissement de SEDAN (Ardennes).

Ordonnance du 15 mars 1837, portant concession de la mine d'arsenic argentifère et aurifère de BAUBERTY (Puy-de-Dôme).

Mine d'arsenic
argentifère et
aurifère de
Bauberty.

(Extrait.)

Art. 1^{er}. Il est fait concession à M. Pierre Boudon de la mine d'arsenic argentifère et aurifère comprise dans les limites ci-après définies, commune d'Auzat-le-Luguet, arrondissement d'Issoire, département du Puy-de-Dôme.

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de concession de Bauberty, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord-est, par une droite partant du hameau de Bauberty (angle nord-ouest de la maison Sabatier), et se terminant au sommet de la roche dit le Suc-de-Cursé;

Au sud-est, par une deuxième ligne menée de ce point au sommet de la butte dite des Trioulcires;

Au sud-ouest, par une troisième ligne partant de ce sommet, et terminée au monticule dit la Roche-Sabatier;

Au nord-ouest, par une quatrième ligne joignant la Roche-Sabatier au village de Bauberty, point de départ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 51 hectares 7 ares.

Ordonnance du 5 avril 1837, portant que M. Pierre-Adolphé MUEL est autorisé à établir un haut-fourneau pour la fonte du minerai de fer, sur une dérivation du ruisseau de RUÉNICOLLE, dans sa propriété de THUSEY, commune de VAUCOULEURS, arrondissement de COMMERCY (Meuse).

Haut-fourneau
de Thusey.

Mines de
houille d'Anzin,
Raismes, Vieux-
Condé et
Fresnes.

Ordonnance du 20 avril 1837, portant règlement, sous forme d'abonnement pendant les années 1836, 1837, 1838, 1839 et 1840, à la somme de 53,300 fr. au principal, par année, de la redevance proportionnelle des mines des concessions houillères d'ANZIN, RAISMES, VIEUX-CONDÉ et FRESNES (Nord),

Savoir :

Concession d'Anzin	28,500 fr.
<i>Id.</i> de Raismes	12,000
<i>Id.</i> de Vieux-Condé	7,300
<i>Id.</i> de Fresnes	5,500

Mine de houille
de Denain.

Arrêté du ministre des finances, du 6 avril 1837, portant que la redevance proportionnelle de la mine de houille de DENAIN (Nord) est fixée, sous forme d'abonnement, à 1,700 francs en principal pour chacune des années 1836, 1837 et 1838.

Bocard et
patouillet, à
Thonnance-
les-Joinville.

Ordonnance du 23 avril 1837, portant que MM. BARNIER-DUPONT et PINCEMAILLE-BARBIER sont autorisés à établir un bocard et un patouillet pour la préparation du minerai de fer, sur la tête d'eau du moulin dit de LA MARZELLE, qu'ils possèdent sur le ruisseau de THONNANCE-LES-JOINVILLE, dans la commune de ce nom (Haute-Marne).

Haut-fourneau,
à Brousseval.

Ordonnance du 23 avril 1837, portant que M. ARMAND CHANLAIRE est autorisé à établir un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer à

côté de celui qu'il possède dans la commune de BROUSSEVAL, arrondissement de VASSY (Haute-Marne).

(Extrait.)

Art. 2. M. Chanlaire se conformera, pour l'établissement et le roulement de la machine à vapeur (1), aux lois et règlements existants ou à intervenir sur les appareils à vapeur, ainsi qu'aux instructions qui lui seront données par l'administration, d'après les observations auxquelles la surveillance de cette machine, par l'ingénieur des mines du département, pourra donner lieu.

Ordonnance du 23 avril 1837, portant que MM. HENRY et DESROUSSEAUX-NOIZET sont autorisés à établir un haut-fourneau pour la fusion du minerai de fer, dans l'emplacement de l'enclumerie qui dépend de la forge de MATTON (Ardenes).

Haut-
fourneau
près de la
forge de
Matton.

Ordonnance du 23 avril 1837, portant concession des mines de cuivre et de plomb de LABARRE ET CORBIÈRE (Hérault).

(Extrait.)

Art. 1^{er}. Il est fait concession à MM. Achille Durand et Protais Gervais aîné, des mines de cuivre et de plomb comprises dans les limites ci-après définies, communes de Montagnol et Mélagucs, département de l'Aveyron, de Ceilles et d'Avène, département de l'Hérault.

Mines de
cuivre et
de plomb
de Labarre
et Corbière.

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de conces-

(1) La soufflerie de ce haut-fourneau doit être mise en mouvement par une machine à vapeur.

sion de Labarre et Corbière, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au *sud* : par une ligne tirée de l'angle N.-O. de la maison du sieur Geisses, la plus au sud du village de la Lavagne, à l'angle S. de la maison du sieur Cambon, la plus à l'ouest du hameau de Sadde ;

A l'*est* : 1° par une ligne droite tirée de ce dernier angle à l'angle est de la bergerie Galabrut, et prolongée jusqu'à sa rencontre avec la rive droite de l'Orb, point A du plan ; 2° par la rive droite de cette rivière, depuis le point A jusqu'à son confluent avec le ruisseau de Sebestrière, point B du plan ; 3° par la partie du ruisseau de Sebestrière comprise entre le point B et le point C, où ce ruisseau est rencontré par la ligne qui joint le clocher de Notre-Dame-des-Huberts à celui de Rocosels ;

Au *nord* : 1° par la portion de cette ligne comprise entre le point C et le clocher de Notre-Dame-des-Huberts ; 2° par une ligne droite tirée de ce clocher au confluent du ruisseau de la Croze et de celui des Marqueries, point D du plan ; 3° à partir du point D par le ruisseau de la Croze jusqu'à son confluent avec le Dargon, au point E ;

A l'*ouest* : 1° par la portion du cours du Dargon, comprise entre le point E et le point F, où il reçoit le ravin *del Moulène* ; 2° par une ligne droite tirée du point F à l'angle ouest de la maison la plus au nord de la Frésié, appartenant au sieur Pierre Sirgues ; 3° par une ligne droite tirée de ce dernier point à l'angle N.-O. de la maison du sieur Geisse, point de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 25 kilomètres carrés 80 hectares.

Mines de houille de Fréjus-Sud.

Ordonnance du 26 avril 1837, portant que la renonciation de M. Charles-Samuel-Georges BAZIN à la concession des mines de houille de FRÉJUS-SUD (Var), est acceptée.

(Extrait.)

Art. 2. M. Bazin est renvoyé à se pourvoir devant notre

ministre secrétaire d'état des finances pour être statué ce qu'il appartiendra sur la partie de sa demande tendant à obtenir, à compter de l'exercice 1834, la décharge de la redevance fixe.

Ordonnance du 2 mai 1837, portant que M. RICHARD Lavoires à bras, est autorisé à établir quatre lavoirs à bras pour à Montigny-le lavage du minerai de fer, près du moulin qu'il sur-Vingeanne. possède sur la rivière de VINGEANNE, dans la commune de MONTIGNY-SUR-VINGEANNE (Côte-d'Or).

Avis du conseil d'état (sections réunies), du 3 mai 1837, relatif aux demandes en concurrence pour des concessions de mines.

Le conseil d'état qui, sur le renvoi ordonné par M. le ministre du commerce, a pris connaissance d'un rapport adressé par M. le directeur général des ponts-et-chaussées et des mines sur la question de savoir :

« Si les demandes en concurrence pour des concessions de mines sont, comme les oppositions, admissibles après l'expiration du délai des affiches, et jusqu'à ce qu'il ait été statué sur la concession. »

Vu la loi du 21 avril 1810, et notamment les articles 26 et 28 ;

Les instructions ministérielles des 3 août 1810 et 3 novembre 1812 ;

L'arrêté du ministre de l'intérieur, du 27 octobre 1812 ;

Considérant que les dispositions de la loi du 21 avril 1810, qui fixent un délai pour l'admission des oppositions et des demandes en concurrence, et qui autorisent l'administration à statuer à l'expiration du délai, n'ont pas pour objet de conférer nécessairement un droit exclusif aux demandeurs qui se sont pourvus dans les délais, et ne font pas obstacle à ce que l'administration, lorsqu'elle le juge conforme à l'intérêt public, surseoie à la concession ;

Que toutefois le gouvernement ne peut statuer sur aucune nouvelle demande en concession, que lorsqu'il a été

Tome XI, 1837.

43

satisfait complètement, à son égard, aux formalités prescrites par le titre IV de la loi du 21 avril 1810 ;

Est d'avis :

1° Que, lorsque les demandes en concession de mines ont été instruites conformément aux règles prescrites par la loi du 21 avril 1810, le gouvernement peut accorder la concession, nonobstant une nouvelle demande qui serait présentée après les délais déterminés par la loi ;

2° Que le gouvernement peut toujours aussi, si des demandes en concurrence sont présentées après les délais, et s'il le juge convenable, surseoir à la concession ;

3° Que dans ce cas, avant de statuer sur les nouvelles demandes, il est indispensable de procéder à une instruction complète, conformément aux prescriptions du titre IV de la loi du 21 avril 1810.

Le présent avis a été délibéré et adopté par le conseil d'état, dans sa séance du 3 mai 1837.

Exploitations
d'eaux salées.

Ordonnance du 18 mai 1837, portant rejet d'une requête présentée à fin de poursuite d'un préfet qui avait fait cesser des exploitations d'eau salée. — Il n'y a lieu à poursuite contre ce magistrat qui n'a fait qu'exécuter les ordres de l'autorité supérieure.

LOUIS-PHILIPPE, etc.

Sur le rapport du comité de législation et de justice administrative ;

Vu la requête à nous présentée au nom du sieur Petit-Bon, jeune, ladite requête enregistrée au secrétariat général de notre conseil d'état, le 7 mai 1835, dont les conclusions tendent à ce qu'il nous plaise autoriser l'exposant à intenter au préfet de la Meurthe une action en dommages-intérêts devant les tribunaux civils, en réparation du préjudice qu'il a éprouvé par suite de la mise à exécution à son égard de l'arrêté préfectoral du 7 août 1833 ;

Vu ledit arrêté, qui enjoint aux personnes qui exploitent des eaux salées dans la vallée de la Seille, de cesser immédiatement leur travail jusqu'à ce qu'elles aient justifié d'une autorisation régulière ;

Vu les nouvelles conclusions prises par l'exposant dans sa réplique du 10 février 1837, tendant à ce qu'il nous plaise ordonner la communication préalable de la demande et de toutes les pièces à notre ministre des finances, pour en obtenir les explications nécessaires ; subsidiairement, et dans le cas où dès à présent il semblerait suffisamment établi que le préfet de la Meurthe n'a fait qu'agir en exécution des ordres de notre ministre des finances, et qu'il est couvert de la garantie stipulée par l'article 75 de la constitution du 22 frimaire an VIII, réserver à l'exposant le droit d'accuser et de poursuivre notre ministre des finances en 1833, conformément aux articles 72 de la constitution de l'an VIII, et 47 de la Charte constitutionnelle.

Vu la notification faite le 4 octobre 1833, par exploit de l'huissier Barthélemy au receveur de la régie des contributions indirectes au bureau de Bourdonnay ;

Vu l'acte de protestation notifié le 31 octobre 1833 au préfet de la Meurthe, à la requête de l'exposant ;

Vu les lois des 28 juillet 1791 et 21 avril 1810 sur les mines ; celle du 24 avril 1806, et le décret du 11 juin même année ;

Vu la loi du 6 avril et l'ordonnance royale du 21 août 1825 ;

Vu l'arrêté du directoire exécutif, du 3 pluviôse an VI ;

Vu l'article 75 de la loi du 22 frimaire an VIII ;

Considérant que notre préfet du département de la Meurthe, en prenant son arrêté du 27 août 1833, et en prescrivant les mesures d'exécution portées en l'article 2 dudit arrêté, n'a fait qu'exécuter les ordres de l'autorité supérieure ;

Notre conseil d'état entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1^{er}. La requête du sieur Petit-Bon est rejetée.

Art. 2. Notre garde des sceaux, ministre secrétaire d'état de la justice et des cultes, et notre ministre secrétaire d'état au département de l'intérieur, sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance.

Ordonnance du 21 mai 1837, relative à l'exploitation des carrières d'ardoises du département du Finistère.

Ardoisières du
département
du Finistère.

LOUIS-PHILIPPE, etc.

Sur le rapport de notre ministre secrétaire d'état des travaux publics, de l'agriculture et du commerce ;

Vu le rapport et le projet de règlement rédigés le 12 janvier 1835, par l'ingénieur des mines, relativement à l'exploitation des carrières d'ardoises qui existent dans le département du Finistère ;

Le projet présenté par l'ingénieur en chef des mines, le 8 septembre suivant, et proposé par le préfet ;

La lettre de ce magistrat, du 6 octobre 1835 ;

L'avis du conseil général des mines, du 6 octobre 1836 ;

Notre conseil d'état entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1^{er}. Les carrières d'ardoises, exploitées soit à ciel ouvert, soit par galeries souterraines dans le département du Finistère, seront, à compter de la publication qui aura été faite dans le département, de la présente ordonnance, soumises aux mesures d'ordre et de police qui sont prescrites ci-après.

TITRE I^{er}.

EXERCICE DE LA SURVEILLANCE DE L'ADMINISTRATION SUR
L'EXPLOITATION DES CARRIÈRES.

Art. 2. Tout propriétaire ou entrepreneur qui se proposera, soit de continuer l'exploitation d'une ardoisière en activité, soit de reprendre les travaux d'une ardoisière abandonnée, soit d'en ouvrir une nouvelle, sera tenu d'en faire la déclaration devant le préfet, par l'intermédiaire du sous-préfet de l'arrondissement et du maire de la commune où l'exploitation sera située.

Art. 3. Cette déclaration énoncera les nom, prénoms et demeure du propriétaire ou de l'entrepreneur de l'exploitation, avec indication de ses droits de propriété ou de jouissance du sol. Elle énoncera aussi le nombre d'ouvriers que l'exploitant se propose d'employer, avec désignation des différentes fonctions auxquelles ces ouvriers seront ap-

pliqués d'après les usages locaux. Enfin, elle fera connaître d'une manière précise le lieu et l'emplacement de l'exploitation, la disposition générale des travaux faits ou à faire, soit à ciel ouvert, soit par voie souterraine, ainsi que les moyens qui seront employés ou projetés pour assurer la solidité de l'ouvrage, pour prévenir les accidents, tant au dehors qu'à l'intérieur, pour épuiser les eaux, et pour extraire les matières.

A cet effet la déclaration sera accompagnée d'un plan de la surface du terrain à exploiter, indiquant les édifices, habitations, clôtures murées et chemins qui peuvent exister tant sur ce terrain qu'à la distance de 30 mètres au moins de ces limites, et représentant les travaux d'exploitation existants ou projetés. Ce plan sera dressé sur une échelle d'un millimètre pour mètre. Il devra être visé par le maire de la commune, et vérifié par l'ingénieur des mines.

Art. 4. Ladite déclaration sera faite par l'entrepreneur, qu'il soit ou non propriétaire du sol.

1^o Pour toute ardoisière en activité, dans le délai de quatre mois, à compter de la publication du présent règlement ;

2^o Pour toute ardoisière, soit nouvelle, soit abandonnée, un mois avant la mise en activité des travaux projetés.

Art. 5. Faute par les propriétaires ou entrepreneurs d'avoir fait, dans les délais prescrits, la déclaration exigée par les articles 2, 3 et 4 ci-dessus, le préfet, aussitôt qu'il sera informé de l'existence d'une exploitation non déclarée, en ordonnera la visite ; après quoi, sur le rapport du maire de la commune où sera située ladite exploitation, et sur l'avis de l'ingénieur des mines, le préfet pourra ordonner que provisoirement, et par mesure de police, les travaux en seront suspendus jusqu'à ce que la déclaration prescrite ait été effectuée ; le tout, sauf recours au ministre des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, et sans préjudice des poursuites qui seront dirigées contre les exploitants pour cause d'infraction au présent règlement.

Art. 6. Toute société ayant pour objet l'exploitation d'une ardoisière, sera tenue de choisir et de désigner au préfet un de ses membres pour correspondre en son nom avec l'autorité administrative.

Art. 7. Chaque année, dans le courant de janvier, les exploitants adresseront au préfet le plan des travaux exécutés dans le cours de l'année précédente. Ce plan sera dressé sur l'échelle d'un millimètre pour mètre, de manière à pouvoir être rattaché au plan général mentionné en l'article 3 ci-dessus. Il sera visé par le maire, et vérifié, s'il y a lieu, par l'ingénieur des mines.

Art. 8. En cas de difficultés qui s'opposeraient à ce que les plans exigés par les articles 3 et 7 fussent produits dans les délais spécifiés, le préfet, sur la demande des exploitants, et après avoir pris l'avis de l'ingénieur des mines, pourra étendre ces délais.

Art. 9. Dans toute ardoisière la surveillance de police, à l'égard des travaux d'exploitation, sera exercée sous l'autorité du préfet, par l'ingénieur des mines ou par le voyer souterrain, et concurremment par le maire ou par tout autre officier de police de la commune, chacun dans l'ordre de ses attributions, et conformément à ce qui est prescrit par la loi sur les mines du 21 avril 1810, articles 47, 48, 50, 81 et 82; par le décret organique du 18 novembre 1810, article 40; et par le décret sur la police souterraine, du 3 janvier 1813, articles 3, 4, 5, 7, 11, 13 et 14.

Art. 10. Lorsque par une cause quelconque l'exploitation d'une ardoisière compromettra la sûreté publique ou celle des ouvriers, la solidité des travaux, la conservation du sol ou des habitations de la surface, les propriétaires ou exploitants seront tenus d'en donner immédiatement avis à l'ingénieur des mines, ainsi qu'au maire de la commune où l'exploitation sera située.

Art. 11. L'ingénieur des mines donnera aux exploitants des instructions sur la conduite de leurs travaux, sous le rapport de la sûreté et de la salubrité. Il informera le préfet de tout désordre, abus, inconvénient ou danger qu'il aurait observé en visitant les carrières, et proposera les moyens d'amélioration ou les mesures de sûreté, d'ordre public dont il aura reconnu l'utilité ou la nécessité.

Art. 12. Le maire informera aussi le préfet de tous les vices qu'il aurait remarqués dans les ardoisières de la commune, et qui seraient de nature à occasionner des accidents.

Art. 13. En cas de péril imminent, il prendra par provision toutes les mesures qu'il jugera propres à prévenir les accidents.

Art. 14. Sur le rapport de l'ingénieur des mines, et sur l'avis du maire de la commune, le préfet, après avoir entendu l'exploitant de la carrière, prendra telles mesures qu'il jugera nécessaires, et pourra même prononcer l'interdiction des travaux reconnus dangereux, sauf recours au ministre des travaux publics, de l'agriculture et du commerce.

En cas d'urgence, l'arrêté du préfet sera exécuté par provision.

Des ampliations de cet arrêté seront adressées au maire de la commune, au sous-préfet de l'arrondissement et à l'ingénieur des mines. Une expédition en sera aussi délivrée à l'exploitant, et sera affichée en un lieu apparent de la carrière.

Art. 15. L'exploitant sera tenu de faciliter à l'ingénieur des mines, au maire, ainsi qu'à tout autre fonctionnaire public délégué par l'administration, les moyens de visiter et de reconnaître les travaux d'exploitation.

Art. 16. Il sera personnellement responsable du fait de ses employés et ouvriers. Ces derniers devront toujours être porteurs de livrets, conformément à l'art. 12 de la loi du 22 germinal an XI (12 avril 1803).

Art. 17. Nul exploitant ne pourra abandonner, combler ou faire écrouler une ardoisière, sans en avoir fait la déclaration au préfet un mois au moins à l'avance. Le préfet, après avoir fait reconnaître l'état des lieux, prescrira ce qu'il appartiendra dans l'intérêt de la sûreté publique, sauf tout recours au ministre des travaux publics, de l'agriculture et du commerce.

Art. 18. En outre des prescriptions contenues dans les art. 2, 3 et 4, l'ouverture ou la reprise par un entrepreneur, des travaux d'une ardoisière appartenant à une commune, sera soumise aux formalités relatives à l'administration des terrains communaux.

TITRE II.

RÈGLES SPÉCIALES SUR L'EXPLOITATION.

Art. 19. Les carrières d'ardoises peuvent, à raison des circonstances de leur gisement, être exploitées, soit à ciel ouvert, soit par galeries souterraines.

Art. 20. Dans toute ardoisière exploitée à ciel ouvert, les terres existant au-dessus de la masse en exploitation, seront coupées en retraite, par banquettes et avec talus suffisants pour en empêcher l'éboulement.

La pente à donner au talus sera déterminée par le préfet, selon ce qui est spécifié en l'art. 14.

Art. 21. L'accès des carrières à ciel ouvert sera garanti, à la partie supérieure du sol, soit par un mur, soit par un fossé dont le déblai sera disposé en forme de berge du côté des escarpements.

Art. 22. L'exploitation ne pourra être faite par galeries souterraines que lorsqu'il aura été reconnu que les bancs d'ardoises sont assez solides et sont recouverts par un terrain suffisamment épais, pour que ce mode de travail puisse être pratiqué sans danger.

Art. 23. L'exploitation des ardoisières, soit à ciel ouvert, soit par galeries souterraines, ne pourra être poursuivie que jusqu'à la distance de 10 mètres des bords des chemins à voitures, des édifices et constructions quelconques.

Cette distance pourra, selon les cas, être augmentée par décision du préfet, sur l'avis de l'ingénieur des mines, et, s'il y a lieu, sur celui des ingénieurs des ponts-et-chaussées.

Art. 24. La distance à observer aux approches des sentiers et des terrains libres, sera aussi déterminée par le préfet dans les formes prescrites par l'art. 14, d'après la nature et l'épaisseur du terrain recouvrant la masse en exploitation.

TITRE III.

DES CONTRAVENTIONS.

Art. 25. Les contraventions aux dispositions ci-dessus prescrites, qui seraient commises par les exploitants d'ardoisières, soit à ciel ouvert, soit par galeries souterraines, et d'où résulteraient des détériorations quelconques aux voies de communication, ainsi que toutes les contraventions commises par les exploitants d'ardoisières souterraines, qui auraient pour effet, soit de porter atteinte à la solidité des travaux desdites carrières, soit de compromettre la sûreté publique, la sûreté des ouvriers et celle des habitations de la surface, seront constatées et poursuivies

conformément à ce qui est prescrit par les art. 50 et 82 de la loi sur les mines et sur les carrières du 21 avril 1810, par les art. 30 et 31 du règlement général sur les carrières du 22 mars 1813, ainsi que par la loi du 29 floréal an X, et par le décret du 16 décembre 1811 sur la grande voirie.

Les procès-verbaux constatant lesdites contraventions seront rédigés par l'ingénieur des mines ou par le voyer souterrain, et concurremment par les autres fonctionnaires publics désignés en l'article 2 de la loi précitée du 29 floréal an X. Le voyer souterrain sera assermenté à cet effet.

Ces procès-verbaux seront affirmés devant le maire ou l'adjoint du maire du lieu de la carrière, et transmis au sous-préfet de l'arrondissement, lequel ordonnera par provision ce que de droit.

Il sera statué par le conseil de préfecture, tant sur les oppositions qui auraient été formées par les délinquants, que sur les amendes encourues par eux.

Art. 26. Toutes les autres contraventions au présent règlement seront dénoncées et constatées comme en matière de voirie et de police.

Les procès-verbaux contre les contrevenants seront dressés par l'ingénieur des mines ou par le voyer souterrain, et concurremment par le maire ou par tout autre officier de police judiciaire, selon ce qui est prescrit, tant par l'article 93 de la loi du 21 avril 1810, que par les articles 11 à 21 du Code d'instruction criminelle.

Art. 27. La présente ordonnance sera insérée au Bulletin des lois et au Recueil des actes administratifs du département; elle sera publiée à la diligence du préfet, et par les soins des maires, dans les communes où ces carrières se trouvent situées. Il sera en outre donné par les maires une connaissance spéciale aux entrepreneurs desdites carrières.

Il en sera adressé des expéditions aux sous-préfets et aux ingénieurs des mines du département, pour qu'ils en assurent l'exécution chacun en ce qui le concerne.

Art. 28. Notre ministre secrétaire d'état des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, est chargé de l'exécution de la présente ordonnance.

Ordonnance du 21 mai 1837, relative à l'exploitation des carrières et marnières du département de la Vienne.

Carrières et marnières du département de la Vienne.

LOUIS-PHILIPPE, etc. ;

Vu les rapports et projets de règlement présentés les 3 et 5 juin 1834 par l'ingénieur en chef des mines du département de la Vienne, relativement aux carrières et marnières qui sont exploitées dans ce département ;

Les lettres du préfet, des 11 et 18 juin 1834 ;

L'avis du conseil général des mines, du 13 octobre 1836 ;

Notre conseil d'état entendu,

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

Art. 1^{er}. Les carrières de pierre calcaire, de craie Tuffau et de marne, ainsi que les carrières de toute autre nature, exploitées, soit à ciel ouvert, soit par galeries souterraines, dans le département de la Vienne, seront, à compter de la publication qui aura été faite dans le département, à la diligence du préfet, de la présente ordonnance, soumises aux mesures d'ordre et de police qui sont prescrites ci-après.

TITRE I^{er}.

EXERCICE DE LA SURVEILLANCE DE L'ADMINISTRATION SUR L'EXPLOITATION DES CARRIÈRES.

Art. 2. Tout propriétaire ou entrepreneur qui se proposera, soit de continuer l'exploitation d'une carrière en activité, soit de reprendre les travaux d'une carrière abandonnée, soit d'en ouvrir une nouvelle, sera tenu d'en faire la déclaration devant le préfet, par l'intermédiaire du sous-préfet de l'arrondissement et du maire de la commune où l'exploitation sera située.

Art. 3. Cette déclaration énoncera les nom, prénoms et demeure du propriétaire ou entrepreneur de l'exploitation, avec indication de ses droits de propriété ou de jouissance du sol. Elle énoncera aussi le nombre d'ouvriers que l'exploitant se proposera d'employer, avec désignation des différentes fonctions auxquelles ces ouvriers seront appli-

qués, d'après les usages locaux. Enfin, elle fera connaître, d'une manière précise, le lieu et l'emplacement de l'exploitation, la disposition générale des travaux faits ou à faire, soit à ciel ouvert, soit par voie souterraine, ainsi que les moyens qui seront employés pour assurer la solidité de l'ouvrage, pour prévenir les accidents, tant au dehors qu'à l'intérieur, pour épuiser les eaux et pour extraire les matières.

Lorsqu'il s'agira d'une carrière exploitée par galeries souterraines, la déclaration sera accompagnée d'un plan de la surface du terrain à exploiter, indiquant les édifices, habitations, clôtures murées et chemins qui peuvent exister, tant sur ce terrain qu'à la distance de 30 mètres au moins de ses limites, et représentant les travaux d'exploitation existants ou projetés. Ce plan sera dressé sur une échelle de 2 millimètres pour mètre. Il devra être visé par le maire de la commune, et vérifié par l'ingénieur des mines.

Art. 4. (Même article que celui correspondant de l'ordonnance qui précède, sauf la substitution du mot carrière au mot ardoisière.)

Art. 5. (Même article que celui correspondant de l'ordonnance qui précède.)

Art. 6. (Même article que celui correspondant de ladite ordonnance, sauf la substitution du mot carrière au mot ardoisière.)

Art. 7. Chaque année, dans le courant de janvier, les exploitants des carrières souterraines adresseront au préfet le plan des travaux exécutés dans le cours de l'année précédente. Ce plan sera dressé sur l'échelle de 2 millimètres pour mètre, de manière à pouvoir être rattaché au plan général mentionné en l'article 3 ci-dessus. Il sera visé par le maire et vérifié, s'il y a lieu, par l'ingénieur des mines.

Art. 8. En cas de difficultés qui s'opposeraient à ce que les plans exigés par les art. 3 et 7 fussent produits dans les délais spécifiés, le préfet, sur la demande des exploitants, et après avoir pris l'avis de l'ingénieur des mines, pourra étendre ces délais.

Art. 9. (Même article que celui correspondant de l'ordonnance qui précède, sauf la substitution du mot carrière au mot ardoisière.)

Art. 10. (Idem.)

Art. 11. (Idem.)

Art. 12. (Idem.)

Art. 13. En cas de péril imminent, il prendra, par provision, toutes les mesures qu'il jugera propres à le faire cesser.

Art. 14. (Même article que celui correspondant de l'ordonnance qui précède.)

Art. 15. (Idem.)

Art. 16. (Idem.)

Art. 17. (Idem, sauf la substitution du mot carrière au mot ardoisière.)

TITRE II.

RÈGLES SPÉCIALES SUR L'EXPLOITATION.

(Les art. 18, 19, 20, 21, 22 et 23, compris sous ce titre II, sont les mêmes que les art. 19, 20, 21, 22, 23 et 24, qui se rapportent également au titre II dans l'ordonnance précédente; seulement on emploie ici le mot carrière au lieu du mot ardoisière.)

TITRE III.

CONTRAVENTIONS.

Art. 24. Les contraventions aux dispositions ci-dessus prescrites, qui seraient commises par les exploitants de carrières, soit à ciel ouvert, soit par galeries souterraines, et d'où résulteraient des dégradations quelconques aux voies de communication, ainsi que toutes les contraventions commises par les exploitants de carrières souterraines, qui auraient pour effet, soit de porter atteinte à la solidité des travaux desdites carrières, soit de compromettre la sûreté publique, la sûreté des ouvriers et celle des habitations de la surface, seront constatées et poursuivies par voie administrative, conformément à ce qui est prescrit par les articles 59 et 82 de la loi sur les mines et sur les carrières du 21 avril 1810, par les articles 30 et 31 du règlement général sur les carrières du 22 mars 1813, ainsi que par la loi du 29 floréal an 10, et par le décret du 16 décembre 1811 sur la grande voirie. Les procès-verbaux constatant lesdites contraventions seront rédigés par l'ingénieur des mines ou par le voyer souterrain, et con-

curremment par les autres fonctionnaires publics désignés en l'article 2 de la loi précitée du 29 floréal an X. Le voyer souterrain sera assermenté à cet effet.

Ces procès-verbaux seront affirmés devant le maire ou l'adjoint du maire du lieu de la carrière, et transmis au sous-préfet de l'arrondissement, lequel ordonnera par provision ce que de droit.

Il sera statué par le conseil de préfecture, tant sur les oppositions qui auraient été formées par les délinquants que sur les amendes encourues par eux.

Art. 25. (Même article que l'article 26 de l'ordonnance qui précède.)

Art. 26. Seront, lesdits procès-verbaux, dressés sur papier libre, visés pour timbre, enregistrés en débet et affirmés dans le délai de vingt-quatre heures.

L'affirmation sera reçue, soit par le juge de paix du canton, soit par l'un de ses suppléants, soit enfin par le maire ou par l'adjoint du maire de la commune où la contravention aura été commise, le tout conformément à ce qui est prescrit par l'article 11 de la loi du 28 floréal an X sur les justices de paix.

Les procès-verbaux seront transmis en originaux au procureur du roi près le tribunal de police correctionnelle de l'arrondissement, lequel poursuivra d'office les contrevenants, conformément à l'article 95 de la loi du 21 avril 1810, et requerra contre eux l'application des peines encourues, sans préjudice des dommages-intérêts qui pourront être réclamés par les parties lésées.

Copies de ces procès-verbaux seront transmises au préfet.

Art. 27. La présente ordonnance sera insérée au recueil des actes administratifs du département de la Vienne.

Elle sera publiée à la diligence du préfet et par les soins des maires, dans chaque commune où il existe des exploitations de carrières ou de marnières.

Il en sera, en outre, donné par les maires une connaissance spéciale aux propriétaires ou entrepreneurs de ces exploitations.

Des expéditions en seront adressées aux sous-préfets et aux ingénieurs des mines, pour qu'ils en assurent l'exécution, chacun en ce qui le concerne.

Art. 28. Notre ministre secrétaire d'état au département des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, est chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

Mines de plomb et argent de Poullaouen et du Huelgoat.

Ordonnance du 21 mai 1837, portant que les concessionnaires des mines de plomb et argent de POULLAOUEN et du HUELGOAT (Finistère), sont exemptés du paiement de la redevance proportionnelle pendant dix années, à partir du 1^{er} janvier 1836.

Minières.
Cessions par les propriétaires, du droit d'exploiter.

Arrêté du ministre des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, du 12 juin 1837, relatif aux cessions du droit d'exploiter les minerais de fer d'alluvion, faites par les propriétaires des terrains qui contiennent ces minerais.

Le ministre des travaux publics, de l'agriculture et du commerce,

Sur le rapport du conseiller d'état, directeur général des ponts-et-chaussées et des mines, au sujet de contestations qui se sont élevées relativement à des cessions de la faculté d'exploiter, faites à des tiers par des propriétaires de terrains sur lesquels il existe des minerais de fer d'alluvion ;

Vu l'avis du conseil général des mines, du 11 mai 1837 ;

Vu les articles 59 et 60 de la loi du 21 avril 1810, ainsi conçus :

« *Art. 59.* Le propriétaire du fonds sur lequel il y a du minerai de fer d'alluvion, est tenu d'exploiter en quantité suffisante pour fournir, autant que faire se pourra, aux besoins des usines établies dans le voisinage avec autorisation légale. En ce cas, il ne sera assujéti qu'à en faire la déclaration au préfet du département ; elle contiendra la désignation des lieux : le préfet donnera acte de cette dé-

claration, ce qui vaudra permission pour le propriétaire, » et l'exploitation aura lieu par lui sans autre formalité ; »

« *Art. 60.* Si le propriétaire n'exploite pas, les maîtres de forges auront la faculté d'exploiter à sa place, à la charge, 1^o d'en prévenir le propriétaire, qui, dans un mois, à compter de la notification, pourra déclarer qu'il entend exploiter lui-même ; 2^o d'obtenir du préfet la permission, sur l'avis de l'ingénieur des mines, après avoir entendu le propriétaire ; »

Considérant que ces dispositions n'interdisent pas aux propriétaires des minières de céder à des tiers la faculté d'exploiter à leur place ;

Mais que ces sortes de cessions ne peuvent et ne doivent point changer les obligations qui sont imposées par la loi à ces propriétaires, soit envers l'administration, soit vis-à-vis les maîtres de forges, ni modifier en aucun cas les règles qu'elle a établies à cet égard ;

Que la loi, en spécifiant que les rapports entre les propriétaires du sol, l'autorité administrative et les maîtres de forges seraient immédiats, a eu expressément pour but de veiller à ce que l'approvisionnement se fit de la manière la plus sûre et la plus prompte ;

Qu'en conséquence ces propriétaires peuvent bien céder leur droit d'exploitation, mais non s'exempter de leurs obligations, ni convertir en une action personnelle contre leurs cessionnaires l'action directe que l'administration et les maîtres de forges, possesseurs d'usines régulièrement autorisées, ont, aux termes de la loi, le pouvoir d'exercer vis-à-vis d'eux :

Arrête ce qui suit :

Art. 1^{er}. Les déclarations qui seraient formées par des tiers, pour l'exploitation de minerais de fer d'alluvion, comme cessionnaires du propriétaire sur le terrain duquel existent ces minerais, pourront être admises à la condition qu'elles soient accompagnées de pièces authentiques, attestant qu'ils ont reçu de ce propriétaire le mandat de faire, en son nom, la déclaration qu'exige de sa part l'article 59 de la loi du 21 avril 1810.

Dans ce cas, le préfet pourra donner acte desdites déclarations, lequel ne vaudra permission que pour le propriétaire du sol.

Art. 2. Les maîtres de forges continueront à s'adresser

directement au propriétaire du sol, pour le mettre en demeure de fournir aux besoins des usines, dans les circonstances prévues par l'article 60 de la loi du 21 avril 1810.

Paris, le 12 juin 1837.

Signé N. MARTIN (du Nord).

Patouillet,
à Magny-
St-Médard.

Ordonnance du 14 juin 1837, portant que M^{me} veuve D'ARBOIS est autorisée à établir un patouillet pour le lavage du minerai de fer sur les sources de l'ALBANE, dans un terrain qu'elle tient à bail de M. MORELET, commune de MAGNY-SAINT-MÉDARD (Côte-d'Or).

Ordonnance du 14 juin 1837, portant concession des mines d'anthracite de CHAMANDRIN (Hautes-Alpes).

(Extrait.)

Mines
d'anthracite de
Chamandrin.

Art. 1^{er}. Il est fait concession à M. Jean-Baptiste Rey, Augustin Bérard, Pierre Amphoux, Jean Antoine-Fiue et Joseph Talmon, des mines d'anthracite comprises dans les limites ci-après définies, communes de Briançon, du Puy-Saint-André et du Puy-Saint-Pierre, département des Hautes-Alpes.

Art. 2. Cette concession, qui prendra le nom de concession de Chamandrin, est limitée, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord-est, par une ligne droite menée du point F, rencontre du canal neuf avec le ruisseau de Bellevoir, au point G, rocher dit la Clapière de la Rochette ;

Au sud-est, par le canal Boulin, partant du point G et aboutissant au point H, intersection de ce canal avec le ruisseau de Pierre-Feu ;

Au sud-ouest, par le ruisseau de Pierre-Feu, depuis le

point H jusqu'au point C, intersection avec une ligne droite tirée du hameau de la Clapière au rocher Sanguier ;

Au nord-ouest, par une ligne brisée menée du point C au point D, hameau de la Clapière, au point E, pont de la Draye, et enfin au point F lieu de départ ;

Lesdites limites renfermant une étendue superficielle de 74 hectares.

Ordonnance du 19 juin 1837, portant que M. ROUSSEL-AGNUS est autorisé à établir un bocard à mine avec patouillet, sur une dérivation des eaux du ruisseau d'ORGE, dans la commune de COUVERTPUITS (Meuse).

Bocard avec
patouillet, à
Couvertpuits.

Ordonnance du 19 juin 1837, portant que M. ROUSSEL-AGNUS est autorisé à établir, sur une dérivation de l'ORNAIN, au lieu dit l'ABBAYE-D'ÉVAUX, commune de SAINT-JOIRE (Meuse), 1^o un haut-fourneau pour la fusion du minerai, 2^o un bocard et un patouillet.

Haut-
fourneau,
bocard et
patouillet,
à St-Joire.

Ordonnance du 19 juin 1837, portant que M. Charles-Adrien DE CHOLET est autorisé à conserver et tenir en activité le haut-fourneau, les deux bocards et les deux patouillets qu'il possède dans la commune d'ECHENAY, sur la rivière de SAULX (Haute-Marne) ; qu'il est également autorisé à tenir en activité les huit lavoirs à bras dont il est propriétaire sur le cours d'eau de la fontaine de DAURUPT, dans la même commune.

Haut-
fourneau,
bocards,
patouillets
et lavoirs,
à Echenay.

Feux de forge
et bocard
à crasses,
à Paroy.

Ordonnance du 19 juin 1837, portant que M. Charles-Adrien DE CHOLET est autorisé à conserver et tenir en activité les deux feux de forge et le bocard à crasses qu'il possède dans la commune de PAROY, sur la rivière de SAULX (Haute-Marne).

Arrêté du ministre des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, du 30 juin 1837, portant 1° qu'il appartient aux préfets de décider les questions de voisinage à l'égard des usines qui sont en concurrence pour leurs approvisionnements en minerai de fer; 2° qu'il ne peut être désigné de cantonnements dans les minières pour lesdites usines.

Minières.

Le ministre secrétaire d'état des travaux publics, de l'agriculture et du commerce,

Questions
de voisinage
pour
les usines.

Sur le rapport du conseiller-d'état, directeur-général des ponts-et-chaussées et des mines, relatif aux questions de savoir, 1° comment doit être entendue l'expression de *voisinage*, employée par l'art. 59 de la loi du 21 avril 1810, au sujet des usines pour lesquelles le propriétaire d'une minière de fer est obligé d'exploiter, ou de laisser exploiter à sa place, s'il ne veut pas extraire lui-même; 2° s'il peut être établi des cantonnements dans les minières de fer pour l'approvisionnement des usines;

Vu l'avis du conseil général des mines, du 18 mai 1837;

Les dispositions de la section II du titre VII de la loi du 21 avril 1810, et en particulier l'art. 59, portant notamment :

« Le propriétaire du fonds sur lequel il y a du minerai de fer d'alluvion est tenu d'exploiter en quantité suffisante pour fournir, autant que faire se pourra, aux besoins des usines établies dans le voisinage avec autorisation légale; »

L'art. 64 ainsi conçu :

« En cas de concurrence entre plusieurs maîtres de forges pour l'exploitation dans un même fonds, le préfet

» déterminera, sur l'avis de l'ingénieur des mines, les proportions dans lesquelles chacun d'eux pourra exploiter, » sauf le recours au conseil d'état. Le préfet réglera de » même les proportions dans lesquelles chaque maître de » forges aura droit à l'achat du minerai, s'il est exploité par » le propriétaire; »

Considérant que la détermination du rayon de voisinage qu'il convient d'assigner à telles ou telles usines, relativement aux minières de fer, dont les produits doivent, en totalité ou en partie, aux termes de l'article 59 de la loi, être conservés à leurs approvisionnements, ne peut être absolue; que cette détermination est, en raison de la nature des choses, dépendante de la diversité des circonstances locales;

Que la loi n'a pas voulu, et qu'elle ne pourrait en effet établir sur ce point une règle fixe et uniforme;

Que par conséquent il appartient aux préfets de faire l'application de l'expression de *voisinage*, employée par ledit article 59, dans chacun des cas particuliers sur lesquels ils sont appelés à se prononcer;

Que l'art. 64 admet que plusieurs maîtres de forges peuvent venir en concurrence acheter ou exploiter du minerai sur un même fonds, et qu'il ne fait, sous ce rapport, aucune distinction, soit entre ceux qui sont plus ou moins voisins de la minière, soit entre ces derniers et les maîtres de forges dont les établissements en sont éloignés; que seulement il oblige le propriétaire de la minière à satisfaire de prime-abord, et autant que possible, aux besoins des usines du voisinage légalement établies, ou à laisser les possesseurs de ces usines extraire à sa place, s'il n'exploite pas lui-même; que, dans chacun de ces cas, il appelle les préfets à régler les proportions dans lesquelles chaque maître de forges aura droit à l'exploitation ou à l'achat du minerai, et qu'il leur laisse à cet égard toute latitude;

Qu'il en résulte qu'il ne peut jamais y avoir lieu qu'à régler ces proportions entre des maîtres de forges, et non à désigner, dans les minières, des cantonnements pour les approvisionnements des usines dont il s'agit;

Que cela serait contraire à la loi, puisqu'une semblable mesure équivaldrait à une sorte de régime de concession des minières de fer, régime que le législateur a sciemment et volontairement interdit, en déclarant qu'elles ne se-

raient point concessibles, sauf les cas exceptionnels qu'il a lui-même prévus;

Arrête ce qui suit :

Toutes les fois que des questions de *voisinage* se présenteront pour des usines, relativement à des minières de fer, le préfet déterminera, suivant chaque espèce, selon la nature des circonstances locales, et sauf recours devant qui de droit, l'application qui devra être faite à telles ou telles usines de l'expression de *voisinage* employée par l'article 59 de la loi.

En aucun cas il ne pourra être désigné, dans les minières, des cantonnements pour l'approvisionnement des dites usines.

Paris, le 30 juin 1837.

Signé N. MARTIN (du Nord).

PERSONNEL.

Par ordonnance du roi, du 9 janvier 1837, — MM. Lefébure de Fourcy, Dusouich et Diday, aspirants au corps royal des mines, sont nommés ingénieurs ordinaires de deuxième classe.

Arrêté du 2 janvier 1837, relatif à une nouvelle répartition du territoire de la France en huit divisions d'inspecteurs généraux.

Le ministre des travaux publics, de l'agriculture et du commerce,

Vu l'ordonnance du 27 avril 1832, qui a fixé à six le nombre des inspecteurs généraux du corps royal des mines;

Vu l'ordonnance du 22 décembre 1836, qui a créé deux inspecteurs généraux adjoints dans le même corps;

Considérant que, par suite de cette dernière disposition, il convient, dans l'intérêt du service et de la prompt expédition des affaires, de porter à huit le nombre des divisions minéralogiques du royaume, qui était seulement de six, d'après l'arrêté du ministre de l'intérieur, du 2 juin 1834;

Sur le rapport de M. le conseiller d'état, directeur général des ponts-et-chaussées et des mines;

Arrête ce qui suit :

Art. 1^{er} Le territoire du royaume est réparti, sous le rapport du service des mines, en huit divisions, conformément au tableau ci-annexé.

Art. 2. Les inspecteurs généraux et les inspecteurs généraux adjoints seront chargés du service de chacune de ces divisions, ainsi qu'il suit :

M. Cordier, inspecteur général,	division du sud-ouest.
M. Brochant de Villiers, inspecteur général,	division de l'est.
M. de Bonnard, inspecteur général,	division du sud est.
M. Héricart de Thury, inspecteur général,	division du nord.
M. Mignerot, inspecteur général,	division du centre.
M. Berthier, inspecteur général,	division de l'ouest.
M. Lefroy, inspecteur général adjoint,	division du nord-ouest.
M. Voltz, inspecteur général adjoint,	division du nord-est.

Art. 3. M. le conseiller d'état, directeur général des ponts-et-chaussées et des mines, est chargé de l'exécution du présent arrêté.

Paris, le 2 janvier 1837.

Signé N. MARTIN (du Nord).

SERVICE DES MINES.

Répartition du territoire de la France en huit divisions d'inspecteurs généraux.

DIVISION DU NORD-OUEST.

Calvados.	Finistère.
Manche.	Morbihan.
Orne.	Ille-et-Vilaine.
Mayenne.	Loire-Inférieure.
Sarthe.	Maine-et-Loire.
Côtes-du-Nord.	

DIVISION DU NORD.

Seine-Inférieure.	Nord.
Eure.	Pas-de-Calais.
Eure-et-Loir.	Somme.
Seine-et-Oise.	Aisne.
Seine.	Oise.
Seine-et-Marne.	

DIVISION DU NORD-EST.

Ardennes.	Moselle.
Meuse.	Bas-Rhin.
Marné.	Vosges.
Aube.	Haut-Rhin.
Meurthe.	

DIVISION DE L'OUEST.

Creuse.	Vendée.
Corrèze.	Deux-Sèvres.
Haute-Vienne.	Vienne.
Charente.	Indre-et-Loire.
Dordogne.	Loir-et-Cher.
Charente-Inférieure.	Indre.

DIVISION DU CENTRE.

Loire.	Cher.
Rhône.	Nièvre.
Allier.	Loiret.
Puy-de-Dôme.	Yonne.
Haute-Loire.	

DIVISION DE L'EST.

Haute-Saône.	Doubs.
Haute-Marne.	Jura.
Côte-d'Or.	Ain.
Saône-et-Loire.	

DIVISION DU SUD-OUEST.

Cantal.	Gironde.
Lot.	Lot-et-Garonne.
Aveyron.	Landes.
Tarn-et-Garonne.	Basses-Pyrénées.
Tarn.	Gers.
Haute-Garonne.	Hautes-Pyrénées.
Ariège.	

DIVISION DU SUD-EST.

Isère.	Ardèche.
Hautes-Alpes.	Lozère.
Drôme.	Gard.
Vaucluse.	Hérault.
Basses-Alpes.	Corse.
Bouches-du-Rhône.	Aude.
Var.	Pyrénées-Orientales.

Proposé par le conseiller d'état, directeur général des ponts-et-chaussées et des mines.

Paris, le 2 janvier 1837.

Signé LEGRAND.

Approuvé,

Le ministre secrétaire d'état des travaux publics, de l'agriculture et du commerce,

Signé N. MARTIN (du Nord).

Par arrêté de M. le ministre des travaux publics, de l'agriculture et du commerce, du 24 avril 1837, — M. Michel Chevalier, ingénieur ordinaire des mines de deuxième classe, est élevé à la première classe de son grade.

Par arrêté du ministre, du 7 juin 1837, — M. Manès, ingénieur ordinaire des mines de première classe, est chargé du service du sous-arrondissement de Châlons-sur-Saône, qui comprend les départements de Saône-et-Loire et de l'Ain.

Par arrêté du ministre, du 7 juin 1837, — M. de Bouchepon, élève ingénieur des mines, est chargé du service du sous-arrondissement qui comprend les départements de la Haute-Garonne, du Tarn et de Tarn-et-Garonne. Sa résidence est fixée à Toulouse.

Par décision de M. le directeur général des ponts-et-chaussées et des mines, du 7 janvier 1837, — M. Le Play, ingénieur ordinaire des mines de première classe, est nommé secrétaire de la commission des Annales des mines, en remplacement de M. Dufrenoy, appelé à remplir les fonctions d'inspecteur des études de l'école des mines; — M. de Bourcuille, ingénieur ordinaire des mines de deuxième classe, est nommé secrétaire adjoint de la même commission, en remplacement de M. Le Play.

ÉTAT GÉNÉRAL
DU
PERSONNEL DES MINES,
Au 1^{er} juillet 1837.

MINISTÈRE DES TRAVAUX PUBLICS, DE L'AGRICULTURE ET
DU COMMERCE.

M. MARTIN (du Nord) (C ✱), ministre secrétaire d'état, rue de Varennes, n° 26.

DIRECTION GÉNÉRALE DES PONTS-ET-CHAUSSÉES ET DES MINES.

M. LEGRAND (C ✱), conseiller d'état, membre de la chambre des députés, directeur-général des ponts-et-chaussées et des mines, rue des Saints-Pères, n° 24.

CONSEIL GÉNÉRAL DES MINES.

Le conseil est présidé par le ministre, et en son absence, par le directeur général. MM. les inspecteurs généraux présents au conseil, y prennent rang entre eux dans l'ordre d'ancienneté de nomination.

Inspecteurs généraux de première classe.

MM.

Cordier (C ✱), maître des requêtes, chargé de présider le conseil en l'absence du ministre et du directeur général, rue de Seine-Saint-Victor, n° 25, au Jardin du Roi.

Brochant de Villiers (O ✱), rue Saint-Dominique-Saint-Germain, n° 71.

De Bonnard (O ✱), quai Malaquais, n° 19.

Inspecteurs généraux de deuxième classe.

MM.

Héricart de Thury (O ✱), rue de l'Université, n° 29.

Migneron (O ✱), rue de Grenelle-Saint-Germain, n° 117.

Berthier (O ✱), rue de Crébillon, n° 2.

Inspecteurs généraux adjoints.

MM.

Lefroy (O ✱), rue Notre-Dame-des-Champs, n° 21 bis.

Voltz (O ✱), rue Vavin, n° 4.

M. Garnier ✱, ing. en chef de 1^{re} cl., secrétaire du conseil, rue des Saints-Pères, n° 75.

COMMISSION DES MACHINES A VAPEUR.

MM.

Le baron de Prony (C *), pair de France, inspecteur général des ponts-et-chaussées.

Cordier (C *), inspecteur général des mines.

De Bounard (O *), inspecteur général des mines, rapporteur de la commission.

Mallet (O *), inspecteur divisionnaire des ponts-et-chaussées.

Kermaingant (O *), inspecteur divisionnaire adj. des p.-et-ch.

Trémery *, ingénieur en chef des mines, rapporteur-adjoint.

Garnier (O *), ingénieur en chef des mines.

Coriolis *, ingénieur en chef des ponts-et-chaussées.

Lamé *, ingénieur en chef des mines.

Combes *, ingénieur en chef des mines.

COMMISSION DES ANNALES DES MINES.

MM.

Cordier (C *), inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences.

Brochant de Villiers (O *), inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences, professeur honoraire de minéralogie et de géologie.

De Bounard (O *), inspecteur général des mines.

Héricart de Thury (O *), inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences.

Mignerol (O *), inspecteur général des mines.

Berthier (O *), inspecteur général des mines, membre de l'Académie des sciences, professeur de chimie.

Lefroy (O *), inspecteur général adjoint des mines.

Voltz (O *), inspecteur général adjoint des mines.

Guenyveau *, ingénieur en chef des mines, professeur de métallurgie.

Garnier *, ing. en chef, secrétaire du conseil général des mines.

Dufrénoy *, ingénieur en chef des mines, professeur de minéralogie, inspecteur des études de l'École des mines.

Élie de Beaumont *, ingénieur en chef des mines, professeur de géologie.

Combes *, ingénieur en chef des mines, professeur d'exploitation des mines.

De Cheppe *, chef de la division des mines.

Le Play *, ingénieur des mines, secrétaire de la commission.

De Bourcuille, ingénieur des mines, secrétaire-adjoint de la commission.

M. Le Play est spécialement chargé de la traduction des mémoires étrangers.

COMMISSION DE STATISTIQUE DE L'INDUSTRIE MINÉRALE.

MM.

Mignerol (O *), inspecteur général des mines.

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

De Cheppe *, chef de la division des mines.

Chevalier (Michel) *, ingénieur des mines.

Le Play *, ingénieur des mines, secrétaire de la commission.

SERVICE ORDINAIRE.

CHIEFS-LIEUX des arrondissements, et résidences des ingénieurs en chef.	INGÉNIEURS	DÉPARTEMENTS composant les arrondissements et les sous-arrondissements.	CHIEFS-LIEUX des sous-arrondissements et résidences des ingénieurs ordinaires.	INGÉNIEURS ORDINAIRES.
	EN CHEF.			
DIVISION DU NORD-OUEST. — M. LEFROY, inspecteur général adjoint.)				
	MM.			MM.
Caen.	Hérault.	Calvados. Manche. Orne. Mayenne. Sarthe. Côte du-Nord. Finistère.	Caen. Le Mans.	Service fait par l'ing. en chef. Blavier.
Nantes.	Chéron.	Morbihan. Ille-et-Vilaine. Loire-Inférieure. Maine-et-Loire.	Nantes. Angers.	Lorieux. De Montmarin.
DIVISION DU NORD. — (M. HÉRICART DE THURY, inspecteur général.)				
Caen.	Hérault, d. n.	Seine-Inférieure. Eure. Eure-et-Loir.	Rouen.	De Saint-Léger.
Paris.	Trémery.	Seine (1).		Service fait par M. Poirier St. Brice sous les ordres de M. Trémery.
Paris.	Poirier St-Brice.	Seine-et-Oise.		Service fait par l'ing. en chef. Foy.
Paris.	Allou.	Seine-et-Marne.		Dusouich.
Amiens.	Cocquerel.	Nord. Pas-de-Calais. Somme. Aisne. Oise.	Valenciennes. Arras. Amiens. Beauvais.	Service fait par l'ing. en chef. Bineau.
(1) Le service des carrières est confié à MM. Trémery, Allou et Saint-Brice.				
DIVISION DU NORD-EST. — (M. VOLTZ, inspecteur général adjoint.)				
Troyes.	Gabé.	Ardennes. Mense. Marne. Aube.	Mézières. Troyes.	Sauvage. Service fait par l'ing. en chef.
Dieuze.	Levallois.	Meurthe. Moselle.	Metz.	Reverchon.
Strasbourg.		Bas-Rhin. Vosges. Haut-Rhin.	Strasbourg. Strasbourg.	De Billy. De Billy.
DIVISION DE L'OUEST. — (M. BERTHIER, inspecteur général.)				
Guéret.	Furgaud.	Vienne. Creuse. Haute-Vienne. Charente. Charente-Inférieure. Corrèze. Dordogne. Indre-et-Loire. Loir-et-Cher. Indre. Vendée. Deux-Sèvres.	Guéret. Périgueux. Tours. Angers.	Service fait par l'ing. en chef. Marrot. Sagey. De Montmarin, d. n.
Nantes.	Chéron, d. n.			

CHIEFS-LIEUX des arrondissements, et résidences des ingénieurs en chef.	INGÉNIEURS EN CHEF.	DÉPARTEMENTS composant les arrondissements et les sous-arrondissements.	CHIEFS-LIEUX des sous-arrondissements et résidences des ingénieurs ordinaires.	INGÉNIEURS ORDINAIRES.
DIVISION DU CENTRE. — (M. MIGNERON, inspecteur général.)				
	MM.			MM.
St.-Étienne.	Delsériés.	Loire (Moins Rive-de-Gier). Loire. — Territoire houiller de Rive-de-Gier, y compris la concession de Saint-Chamond.	Saint-Etienne. Rive-de-Gier.	Mœvus. Chatelus.
Clermont.	Burdin.	Rhône. Allier. Puy-de-Dôme. Haute-Loire. Cher.	Clermont.	Baudin.
Paris. Troyes.	Allou, d. n. Gabé, d. n.	Nièvre. Loiret. Yonne.	Nevers. Paris. Troyes.	Boulangier. Service fait par l'ing. en chef. Service fait par l'ing. en chef.
DIVISION DE L'EST. — (M. BROCHANT DE VILLIERS, inspecteur général.)				
Vesoul.	Thirria..	Haute-Saône. Haute-Marne. Côte-d'Or.	Vesoul. Chau mont. Dijon.	Ebelmen. Duhamel. Payen.
Mâcon.	Puvis.	Saône-et-Loire. Ain. Doubs. Jura.	Châlons-s.-S. Besançon.	Manès. Parr t.
DIVISION DU SUD-OUEST. — (M. CORDIER, inspecteur général.)				
Périgueux.		Cantal. Lot. Aveyron. Gironde.	Périgueux. Villefranche.	Marrot, d. n. Senecz.
Toulouse.	D'Aubuisson.	Lot-et-Garonne. Tarn-et-Garonne. Tarn. Haute-Garonne. Ariège. Landes. Basses-Pyrénées. Gers. Hautes-Pyrénées.	Bordeaux. Toulouse. Vicdessos. Mont-de-Marsan.	Drouot. de Boucheperon. François. Lefebvre.
DIVISION DU SUD-EST. — (M. DE BONNARD, inspecteur général.)				
Grenoble.	Gucymard.	Isère. Hautes-Alpes. Drôme. Vaucluse. Basses-Alpes. Bouches-du-Rhône. Var. Ardèche. Lozère. Gard.	Grenoble. Marseille. Marseille. Alais.	Gras. Diday. De Villeneuve. Varin (1).
Alais.	Thibaud.	Hérault. Corse. Aude. Pyrénées-Orientales.	Montpellier. Carcassonne.	Garella. Vèze.

(1) M. Varin, demeurant en même temps chargé du service du laboratoire d'Alais, continue à résider dans cette ville.

SERVICE EXTRAORDINAIRE.

Résidences.	Noms.	Grades.
	<i>Cabinet du directeur général.</i>	
	MM.	
Paris.	De Boureuille,	ing. ord., 2 cl., d. n.
	<i>Carrières de Paris.</i>	
Paris.	Trémery ✱,	ing. ench. 1 cl., (insp. gén.).
Paris.	Allou ✱,	ing. en chef, 1 cl. (insp. part.).
Paris.	Poirier St.-Brice,	ing. en chef, 2 cl. (insp. part.).
	<i>Manufacture royale des porcelaines de Sevres.</i>	
Sèvres.	Brongniart (O ✱),	ing. en ch., 1 cl. (administrateur).
	<i>Ecole Polytechnique.</i>	
Paris.	Lamé ✱,	ing. en chef, 2 cl. (professeur).
Paris.	Regnault,	asp. (rétépiteur).
	<i>Salines et mines de sel de l'Est.</i>	
Dieuze.	Levallois,	ing. en chef, 2 cl. (directeur).
	<i>Aveyron.</i>	
	<i>Topographie du bassin houiller d'Ahun.</i>	
Villefranche.	Senecz,	ing. ord., 2 cl.
	<i>Etablissement de Decazeville.</i>	
Decazeville.	Declerck,	élève.
	<i>Rhône.</i>	
	<i>Mines de Chessy et de Sainbel.</i>	
Chessy.	De Hennezel,	ing. ord., 2 cl.
	<i>Saône-et-Loire.</i>	
	<i>Étude des terrains composant le bassin houiller d'Autun.</i>	
Mâcon.	Puvis,	ing. en chef, 2 cl.
Châlons-s.-S.	Manès,	ing. ord., 1 cl.
	<i>Creuse.</i>	
	<i>Étude des terrains houillers des environs d'Ahun (bassin de la Creuse), et des environs de Bourgnacuf (bassin du Thorion).</i>	
Guéret.	Furgaud ✱,	ing. en chef, 1 cl.
	<i>Mines de Poullaouen et de Huelgoat (Finistère).</i>	
Poullaouen,	Juncker ✱,	ing. en chef, 2 cl. (directeur).

Ingénieurs chargés des cartes géologiques.

Carte géologique générale de la France.

- M. Brochant de Villiers, inspecteur général, d. n., directeur.
 M. Dufrénoy, ingénieur en chef, d. n., chargé de la partie occidentale.
 M. Élie de Beaumont, ingénieur en chef, d. n., chargé de la partie orientale.

Cartes géologiques départementales.

Départements.	Ingénieurs.	Départements.	Ingénieurs.
Allier.	MM. Boulanger.	Loire.	MM. Gruner.
Ardeche.	Varin.	Loiret.	Allou.
Ardennes.	Sauvage.	Lot.	Senez.
Ariège.	François.	Maine-et-Loire.	De Montmarin.
Aube.	De Senarmont.	Marne (Haute-).	Dubamel.
Aude.	Vane.	Meurthe.	Levallois.
Bouches-du-Rhône.	De Villeneuve.	Morbihan.	Lorieux.
Charente.	Marrot.	Moselle.	Reverchon.
Corrèze.	De Bouchepon.	Orne.	Blavier.
Côte-d'Or.	Payen.	Pas-de-Calais.	Disonich.
Côtes-du-Nord.	Lefebure de Fourcy.	Pyrenées (Hautes-).	Vane.
Dordogne.	Marrot.	Rhin (Bas-).	Volz.
Doubs.	Parrot.	Seine-et-Marne.	De Senarmont.
Finistère.	Lefebure de Fourcy.	Seine-et-Oise.	De Senarmont.
Garonne (Haute-).	François.	Sèvres (Deux-).	Séverin.
Gironde.	Drouot.	Tarn.	De Bouchepon.
Ille-et-Vilaine.	Lorieux.	Var.	De Villeneuve.
Indre.	Sagey.	Vosges.	De Billy.

Ingénieurs en service hors de France.

- M. Dissande-Monlevade, aspirant. (Brésil.)

INGÉNIEURS EN RÉSERVE OU EN CONGÉ.

MM.	
Moisson Desroches.	ing. en ch., 2 cl.
Leboullenger.	ing. ord., 1 cl.
Fournel.	ing. ord., 2 cl.
Delaplanche.	ing. ord., 2 cl.
Boudousquié.	ing. ord., 2 cl.
Lambert (C.-J.).	ing. ord., 2 cl.
Reynaud.	ing. ord., 2 cl.
Coste.	ing. ord., 2 cl.
Transeau.	ing. ord., 2 cl.
De Lauotte.	ing. ord., 2 cl.
Harlé.	ing. ord., 2 cl.
De Hennezel.	ing. ord., 2 cl.
Martou.	ing. ord., 2 cl.
Lamert (C.-J.-E).	élève.

ÉCOLE DES MINES,

Rue d'Enfer, n° 34, hôtel Vendôme.

MM.

Professeurs.

- Brochant de Villiers (O*), insp. gén., déjà nommé, prof. hon. (Minéralogie et Géologie).
 Dufrénoy *, ing. en chef 2 cl., d. n. (Minéralogie).
 Élie de Beaumont *, ing. en chef, 2 cl., d. n. (Géologie).
 Berthier (O*), inspecteur général, d. n. (Docimatsie), chef du laboratoire.
 Combes *, ing. en chef, 2 cl., d. n. (Exploitation).
 Guenyveau *, ing. en chef, 1 cl. d. n. (Minéralurgie).
 Girard *, profess. de dessin et de géométrie descript. appliquée.
 Dufrénoy *, d. n., insp. des études et secrétaire du conseil de l'école.
 Regnault, asp.

Collections.

- Dufrénoy *, d. n., conservateur.
 Lecocq, ingénieur ordinaire adjoint à l'ingénieur en chef, insp. des études, pour la garde et la conservation des collections.
 Peltier, gardien des collections.
 Adelman, employé aux collections et à la carte géologique.
 Coste, aide du laboratoire.
 Blanc, médecin.
 Lacroix, médecin-chirurgien.
 Pontois, expéditionnaire.
 De Galard, *idem*.

Élèves des mines.

MM. 1^{re} classe.

- Ebelmen.
 Declerck.
 Sauvage.
 Bertrand de Bouchepon.
 Daubrée.
 Pigeon.
 Sentis.
 Comte.

MM.

- Couche. 2^e classe.
 Delaunay.
 Callon.
 Lechatellier.
 Guillebot.
 Boyé.

ÉCOLE DES MINEURS DE SAINT-ÉTIENNE (Loire).

MM.

- Roussel-Galle *, ing. en chef, 1 cl. (directeur).

Professeurs.

- Fénéon, ing. ord., 1 cl. (Minéralogie et géologie).
 Gervoy *, ing. ord., 2 cl. (Prép. mécan., mécan. et machines).
 N. (Exploitation et constructions).
 Gruner, ing. ord., 2 cl. (Chimie et métallurgie).
 Locard, répétiteur de chimie, préparateur (Arithmétique et comptabilité).
 Massard, répétiteur surveillant des études (Géométrie, levée de plans et dessin).

TABLEAU, PAR ANCIENNETÉ DANS CHAQUE GRADE ET DANS CHAQUE CLASSE, DES INGÉNIEURS EN ACTIVITÉ.

Inspecteurs généraux de 1^{re} classe.
27 avril 1832.

MM.
Cordier.

16 mai 1834.

Brochant de Villiers.

14 septembre 1835.

De Bonnard.

Inspecteurs généraux de 2^e classe.
16 mai 1834.

MM.

Héricart-Ferrand de Thury. | Mignerou.

22 décembre 1836.

Beththier.

Inspecteurs généraux adjoints.
22 décembre 1836.

Lefroy.

| Voltz.

Ingénieurs en chef de 1^{re} classe.

2 août 1828.

D'Aubuisson de Voisins.

| Brongniart.

1^{er} mai 1832.

Trémery.

| Hérault.

1^{er} novembre 1833.

Guenyveau.

| Garnier.

Furgaud.

26 décembre 1836.

Cocquerel.

Gueymard.

Allou.

| Chéron.
| Roussel-Galle.
| Delsériés.

Ingénieurs en chef de 2^e classe.

30 janvier 1828.

Puvis.

27 avril 1832.

Moisson-Desroches.

1^{er} novembre 1833.

Dufrénoy.

Levallois.

| Elie de Beaumont.

16 juin 1834.

Burdin.

23 novembre 1835.

Juncker.

22 décembre 1836.

Gabé.

Poirier Saint-Brice.

Lefebvre.

Thibaud.

| Lamé.
| Thirria.
| Combes.

Ingénieurs ordinaires de 1^{re} classe.

5 juin 1824.

Leboulenger.

27 avril 1832.

Parrot.

Clapeyron.

| Manès.

1^{er} novembre 1833.

MM.

Marrot.

Lorieux.

| MM.
| Blavier.
| Fénéon.

26 décembre 1836.

Fournel.

Guillot-Duhamel.

De Saint-Léger.

De Billy.

Payen.

| De Villeneuve.
| Varin.
| Vène.
| Bineau.
| Le Play.

24 avril 1837.

Chevalier.

Ingénieurs ordinaires de 2^e classe.

2 juillet 1828.

Sagey.

| Delaplanche.

6 mai 1829.

Drouot.

Boudousquie.

| Lambert (Charles-Joseph).

4 juillet 1830.

Reynaud.

Coste.

| Transon.

25 octobre 1831.

Gras.

| Gervoy.

1^{er} janvier 1833.

Reverchon.

| Garella.

1^{er} novembre 1833.

De Hennezel.

Vergnette de Lamotte.

| de Bourenuille.

| Baudin.

14 septembre 1835.

De Senarmont.

Gruner.

Harlé.

| Foy.

| Senez.

29 juin 1836.

Boulangier.

Martha.

de Montmarin.

| Lecocq.
| François.

9 janvier 1837.

Lefebvre de Fourcy.

Dusouich.

| Diday.

Aspirants-Ingénieurs.

1^{er} avril 1817.

Dissande-Monlevade.

1^{er} juillet 1835.

Mœvus.

1^{er} juillet 1836.

Regnault.

| Chatelus.

Liste générale et alphabétique des ingénieurs des mines.

A

MM
Allou *, ing. en chef, carrières de Paris et arr. de Paris.
Aubuisson (d') (O *), ing. en ch. dir. arr. de Toulouse.

B

Baudin, O., arr. de Clermont.
Beaumont (Élie de) *, ing. en chef. École des mines.
Berthier (O *), insp. gén. (inspection de l'ouest) et École des mines.
Bertrand de Boucheporn, élève, arr. de Toulouse.
Billy (de), O., arr. de Strasbourg.
Bineau, O., arrond. d'Amiens.
Blavier (Edouard), O. arr. de Caen.
Bonnard (de) (O *), inspect. gén. (inspection du sud-est).
Boudousquie *, O. congé.
Boulanger, O., arr. de Clermont.
Boureuille (de), O., cabinet du directeur général et commission des Annales des mines.
Boyé, élève.
Brochant de Villiers (O *), insp. gén. (inspection de l'est) et École des mines.
Brongniart (O *), ing. en ch. Manuf. de Sévres. S. ex.
Burdin *, ing. en chef, arr. de Clermont.

C

Callon, élève.
Chatelus, asp., arr. de St.-Étienne.
Chéron *, ing. en ch. arr. de Nantes.
Chevalier (Michel) *, O., commission de statistique de l'industrie minière.
Clapeyron, *, O., arr. d'Amiens.
Cocquerel *, ing. en chef, arr. d'Amiens.
Combes *, ing. en chef, École des mines.
Comte, élève.
Cordier (C *), insp. gén. (inspection du sud-ouest).
Coste *, O. congé.
Couche, élève.

D

MM
Daubrée, élève.
Declerck, élève, Aveyron, service particulier.
Delamotte, O., congé.
Delaplanche, O., en pays étranger.
Delaunay, élève.
Delsériés *, ing. en chef, arr. de St.-Étienne.
Diday, O., arr. de Grenoble.
Dissande-Monlevade, asp. (Brésil).
Drouot, O., arr. de Périgueux.
Dufrenoy, *, ing. en chef, École des mines.
Duhamel, O., arr. de Vesoul.
Dusouch, O., arr. d'Amiens.

E

Ebelmen, élève, arr. de Vesoul.
Elie de Beaumont (Voir Beaumont).

F

Fénéon, O., École des mineurs de Saint-Étienne
Fourcy (Lefebure de) O.
Fournel *, O., congé.
Foy, O., arr. d'Amiens.
François, O., arr. de Toulouse.
Furgaud *, ing. en ch., arr. de Guéret.

G

Gabé, ing. en chef, arr. de Troyes.
Garella (Félix), O., arr. d'Alais.
Garnier *, ing. en ch. secrétaire du conseil gén. des mines.
Gervoy, O., École des mineurs de Saint-Étienne.
Gras, O. arr. de Grenoble.
Gruner, O., École des mineurs de Saint-Étienne.
Guényveau *, ing. en ch. École des mines.
Gueymard *, ing. en chef, arr. de Grenoble.
Guillebot, élève.

H

Harlé, O., congé.
Hennezel (de), O., service particulier (Rhône).
Héroult *, ing. en c., arr. de Caen.
Héricart de Thury, (O *), insp. gén. (inspection du nord).

J

MM.
Juncker *, ing. en ch., serv. part. Mines de Poullaouen (Finistère).

L

Lambert (Ch. Jos. Emile), élève.
Lambert (Ch. Jos.), O. Réserve.
Lamé *, ing. en chef, École polytechnique.
Lehoullenger, O. Réserve.
Lechatellier, élève.
Lecoq, O., École des mines.
Lefebvre *, ing. en ch. arr. de Toulouse.
Lefroy (O *), insp. gén. adj. (inspection du nord-ouest).
Lepay, *, O., commission des Annales des mines, et commission de statistique de l'industrie minière.
Levallois, ing. en chef, arr. de Dieuze et S. ex.
Lorieux, O., arr. de Nantes.

M

Manès, O., arr. de Mâcon.
Montmarin (Marin de), O., arr. de Nantes.
Marrot, *, O., arr. de Périgueux.
Martha, O. Congé.
Mignerou (O *), insp. gén. (inspection du centre).
Mœvus, asp., arr. de Saint-Étienne.
Moisson-Desroches, ing. en ch. Rés.

P

Parrot, O., arr. de Mâcon.
Payen, *, O., arr. de Vesoul.
Pigeon, élève.

Ingénieurs en retraite.

Baillet *, insp. gén. hon.
Champeaux (de) *, ing. en ch.
Cressac (baron de) *, ing. en ch.
Duhamel *, insp. gén.

Veuves d'ingénieurs.

Noms des veuves.	Noms et grades de leurs maris.	Résidences.	Départements.
Piérot.	Clère. ing. en ch.	Douai.	Nord.
Vintras.	Collet-Descolils. ing. en ch.	Paris.	Seine.
Larges.	De Gallois. ing. en ch.	Saint-Étienne.	Loire.
Teroux.	Hassenfratz. insp. div.	Paris.	Seine.
Muguet.	Lavertière. ing. en ch.	Paris.	Seine.
Ory.	Lelièvre. insp. gén.	Paris.	Seine.
Grévin,	Muthuon. ing. en ch.	Lyon.	Rhône,

MM.
Poirier Saint-Brice, ing. en chef, Carrières de Paris et arr. de Paris.
Puis, ing. en ch. arr. de Mâcon.

R

Regnault, asp., École polytechnique.
Reverchon, O., arr. de Dieuze.
Reynaud, O. Congé.
Roussel Galle *, ing. en ch., École des mineurs de Saint-Étienne.

S

Sagey, O. arr. de Guéret.
Saint-Léger (de), O. arr. de Caen.
Sauvage, élève, arr. de Troyes.
Sénarmont (Hureau de), O., cartes géologiques (Seine-et-Oise et Aube).
Senez, O., arr. de Périgueux et S. ex. (Aveyron).
Sentis, élève.

T

Thibaud *, ing. en chef, arr. d'Alais.
Thiria *, ing. en chef, arr. de Vesoul.
Transon, O. Réserve.
Trémery *, ing. en ch., carrières de Paris et arr. de Paris.

V

Varin, O., arr. d'Alais.
Vène, O., arr. d'Alais.
Villeneuve (de) *, O., arr. de Grenoble.
Voltz (O *), insp. gén. adj. (inspection du nord-est).

COMMISSIONS DE SURVEILLANCE.

Instituées pour la navigation des bateaux à vapeur ()*.

Bouches-du-Rhône.

De Villeneuve . . .	Ing. des mines.	} Marseille.
Diday	<i>Idem.</i>	
De Montricher . . .	Ing. des ponts-et-chauss.	
Moissard	Ing. de la marine.	
Durbec	Capitaine de port.	
Bazin	Armateur de bateaux à vapeur.	
Fasquiné	construct. de machines à vapeur.	
Catelin	Officier en ret. de la marine royale.	
Barré	Propriétaire de moulins à vapeur.	
Gallice	Commandant du génie.	
Benet fils	Armateur.	
Pierrugues	Capitaine d'artillerie.	
Réguis	Chef d'escadron d'artillerie.	
Souchère fils	Professeur de chimie.	
Demange	Constructeur de machines.	
Toussaint	Ingénieur des ponts-et-chauss.	

Calvados (Voir Seine-Inférieure).

Charente-Inférieure.

Hubert	Direct. des constructions navales.	} Rochefort.
Walter	Lieutenant de vaisseau.	
Clarck	Ing. des construct. navales.	
Lemoine	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Dor	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	} La Rochelle.
Leclerc	Ing. ord. des ponts-et-chaussées.	
Garnier	<i>Idem.</i>	
Lepage aîné	Constructeur de navires.	

(*) Ces commissions sont établies en vertu de l'ordonnance royale du 2 avril 1823, relative aux bateaux à vapeur. Elles sont chargées, sous la direction des préfets, de s'assurer si ces bateaux sont construits avec solidité, particulièrement en ce qui concerne l'appareil moteur ; si cet appareil est soigneusement entretenu dans toutes ses parties ; et s'il ne présente pas de probabilités d'effraction ou des détériorations dangereuses, etc

Corse.

Fourier	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	} Ajaccio.
Garella	Ing. des mines.	
Génot	Colonel, direct. des fortifications.	
Blevec	Chef de bataillon du génie.	
Beguïn	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Berthelin	<i>Idem.</i>	} Bastia.
Vogin	Ing. des ponts-et-ch.	
De Brieg	Capitaine au corps royal du génie.	
Sisco	Architecte de la ville de Bastia.	

Côtes-du-Nord.

Méquin	Ing. des ponts-et-chaussées.	} Dinan.
Gautier	Négociant.	
Josselin	Négociant.	

Dordogne.

.	Ing. des ponts-et-chaussées.	} Bergerac.
Rennes	Médecin.	
Sylvestre	Conducteur des ponts-et-chauss.	
Faugère fils	Avocat.	
Carré	Pharmacien.	
Gounouilhôu	Horloger.	
Clouet fils	Maître serrurier.	

Finistère.

Trotté de la Roche .	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	} Brest.
Liénard	Ing. des constructions navales.	
Petot	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Narjot	Capitaine en premier du génie.	
Dubois]	Capitaine en second du génie.	

Gard.

Vinard	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	} Nîmes.
Eug. de Labaume . .	Lieut. col. au corps roy. d'ét.-maj.	
Plagniol	Inspect. de l'Académie de Nîmes.	
Benjamin-Valz . . .	Astronome-physicien.	
Talabot	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Guiraud	Ancien officier de marine, maire de Villeneuve-les-Avignon.	
Varin	Ing. des mines.	

Gironde.

Billaudel	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	} Bordeaux.
Bompar	Capitaine de port.	
Coureau fils	Constructeur de navires.	
Cousin père	Maître de forges.	
Couturier	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Deschamps	<i>Idem.</i>	
Brouot	Ing. des mines.	
Fol fils	Fabricant de machines à Bordeaux.	
Jaquemot	Ing. des ponts-et-chaussées.	

Hérault.

Garella	Ing. des mines.	} Certe.
Mangeot	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Sarran	Armateur, négociant.	
Attazin	Négociant, anc. offic. de la marine.	
Alliez	Conducteur des ponts-et-ch.	
Bessil (Antoine)	Ancien constructeur de navires.	

Ille-et-Vilaine.

Robinot	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	} Rennes.
Amaury-Dréo	Négociant.	
Bohard	Horloger-mécanicien.	
Leroy-Hudelez	Serrurier-mécanicien.	
Bataille	Contre-maitre de la manufacture de la Pelletière.	

Indre-et-Loire.

Maurice	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	} Tours.
Sagey	Ing. des mines.	
Bellanger	Conseiller de préfecture.	
Jacquemin	Architecte.	
Walwein	Maire de Tours.	
Borgnet	Prof. de math. au coll. de Tours.	

● *Loire-Inférieure.*

Cabrol	Ing. en ch. des ponts-et-ch.	} Nantes.
Bonamy	Ing. des ponts-et-ch.	
Lorieux	Ing. des mines.	
Bellanger	Capitaine de port.	
Bertrand - Fourmand	Mécanicien.	
Leray	Constructeur de navires.	

Loiret.

Navarre	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	} Orléans
De Briche	Ancien secrét. gén. de la préfet.	
Jules Desfrances	Fabricant.	
Abel Laisné-de-Villevêque	Négociant.	
Sigot	Capitaine de génie.	
Lejeune	Ing. en ch. du canal lat. de la Loire.	
Lacave	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Léon	<i>Idem.</i>	

Lot-et-Garonne.

Beaumgarten	Ing. des ponts-et-chaussées.	} Marmande.
Tabuteau	<i>idem.</i>	
Boyer	Agent-royer.	
Brousteau	Procureur du roi.	
Lacombe	Maire de Marmande.	
Lacombe fils	Juge de paix.	
Etchebarne	Négociant.	
Malardeau	Ancien notaire.	

Maine-et-Loire.

Prus	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	} Angers.
Contencin	Capitaine d'artillerie.	
Prou	Maitre des études à l'école des arts et métiers.	
Morren	Prof. de phys. au coll. roy. d'Angers.	
Montmarin	Asp. ingénieur des mines.	

Morbihan.

Potel	Ing. en chef des travaux marit.	} Lorient.
Recche	Ing. des construct. navales, dir. de l'école d'applic. du génie marit.	
Rossin	Ing. des constructions navales.	

Pas-de-Calais.

Marguet	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	} Boulogne.
Michelin	Sous-commissaire de marine;	
Poblet	Lieutenant de port.	
Henry	Architecte.	} Calais.
Legris	Professeur d'hydrographie.	
Néhou	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Jacques	Commissaire de marine.	
Segur	Capitaine de port.	
Isaac l'aîné	Négociant.	
Larquer	Directeur d'usine à vapeur.	

Pyrénées (Basses-).

Vionnois	Ingén. des ponts-et-chauss.	} Bayonne.
Pierre Lannes	Négociant.	
François Stein	Mécanicien.	
Duhart	Imprimeur.	
Descandes	Constructeur de navires.	
Jauréguiberry	Officier de port.	

Bas-Rhin.

Couturat	Ing. en chef des travaux du Rhin.	} Strasbourg.
De Billy	Ing. des mines, f. f. d'ing. en chef.	
Schvilgué	Mécanicien.	
Persoz	Prof. à la faculté des sciences.	
Busch	Maitre batelier.	

Rhône.

Leblanc	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	} Lyon.
Chatelus	Ingénieur des mines.	
Marinet	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Montgolfier	Mécanicien.	
Tabareau	Professeur à la Faculté des sc.	

Saône-et-Loire.

De Noël	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	} Châlons.
Remise	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Morreau	<i>Idem.</i>	
Petiot-Groffier	Ancien maire de Châlons.	
Boissenot fils	Chimiste.	

Seine.

Trémery	Ing. en chef des mines.	} Paris.
Poirier de St.-Brice	Ing. des mines.	
Rohault	Archit. commiss. de la pet. voirie.	
Brnzard	Architecte.	
Dumoulin	Inspecteur général de la navigat.	

Seine-et-Marne.

Jousselin	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	} Melun.
Dejardin	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Scmane	Géomètre en chef du cadastre.	
Dupont	Architecte du département.	

Seine-Inférieure.

Mallet	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	} Rouen.
De Saint-Léger	Ing. des mines.	
Méry	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Roquefeuil	<i>Idem.</i>	
Legrand	Capitaine de port.	
Letellier	Inspecteur de l'Académie.	
Desains	Inspecteur de la navigation.	
Gueroult	Ex-constructeur de navires.	
Brehier	Chef de division à la préfecture.	
Frissard	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	
Busche	Ing. ord. des ponts-et-chaussées.	
Mortemard	Directeur du port.	
Berteloot	Capitaine de port.	

Somme.

Cocquerel	Ing. en chef des mines.	} Amiens.
Gayant	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	
Machart	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Chaussey	Architecte du département	
Pollet	Profess. de phys. au coll. royal.	

Var.

Bernard	Ing. en chef des ponts-et-chauss.	} Toulon.
Guillaume	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Lambert	Ing. des ponts-et-chaussées.	
Kerris	Ing. de la marine.	
Albert	Lieutenant de port.	
Gueit	Architecte.	

(*) La commission du Havre est instituée pour les bâtimens du Havre à Honneur.

CIRCULAIRES

Adressées à MM. les Préfets et à MM. les
Ingénieurs des mines.

Paris, le 30 janvier 1837.

Monsieur, l'examen que j'ai fait en conseil général des mines des procès-verbaux de visite des mines rédigés par MM. les ingénieurs pendant ces dernières années, m'a porté à penser qu'il serait utile d'en rappeler l'objet essentiel dans une instruction spéciale, et d'indiquer la forme qu'il convient de leur donner.

Ces procès-verbaux, exigés par le décret du 3 janvier 1813, ont pour but, non-seulement d'éclairer les concessionnaires sur la conduite de leurs travaux, mais encore d'assurer l'exécution des lois et réglemens, tant sous le rapport de la sûreté publique et particulière, que sous celui des besoins de la consommation. Considérée sous divers points de vue, leur importance est fort grande à tous égards. Il est donc indispensable que MM. les ingénieurs, en même temps qu'ils apportent les plus grands soins à la visite des mines, consignent dans leurs procès-verbaux tous les détails qui ont dû frapper leur attention. Ils rempliront parfaitement ainsi la mission qui leur est confiée, et l'administration, éclairée par eux, sera bien plus en mesure de juger des progrès de notre industrie souterraine, des améliorations qu'il peut y avoir à désirer, et des dispositions administratives qui seraient nécessaires à l'égard de chaque exploitation en particulier.

Pour être complet, le procès-verbal de visite doit toujours faire connaître :

- 1° Le jour et le lieu où il a été dressé ;
- 2° Le nom et l'emploi de la personne qui, aux termes de

l'article 24 du décret précité, a dû accompagner l'ingénieur pendant la durée de sa visite ;

3° L'heure à laquelle cet ingénieur est descendu dans les travaux, et le temps qu'il a consacré à leur examen ;

4° L'indication des parties de ces travaux qu'il a parcourues (il peut être utile, dans certains cas, de joindre au procès-verbal des croquis propres à aider à l'intelligence des faits ou à celle des conseils donnés aux exploitants) ;

5° Les faits principaux qu'il a observés, particulièrement ceux qui sont survenus dans l'intervalle d'une visite à l'autre ;

6° L'état des plans et l'indication des améliorations et additions que ces plans peuvent exiger ;

7° L'état des registres dont la tenue est prescrite par les articles 6, 26 et 27 du décret de 1813 ;

8° Si les ouvriers sont, aux termes de l'article 26 du décret, munis de livrets ; et si ces livrets sont tenus conformément aux prescriptions de la loi du 9 frimaire an XII ;

9° Si le service de santé est organisé conformément aux articles 15 et suivants du décret, et particulièrement si l'exploitation est pourvue de médicaments et de moyens de secours proportionnés au nombre des ouvriers employés.

Afin de satisfaire à l'article 6 du même décret, et à l'article 48 de la loi du 21 avril 1810, il est indispensable que MM. les ingénieurs joignent à leurs procès-verbaux des observations détaillées sur la conduite des travaux.

Ces observations sont *spéciales* ou *générales*.

Les observations *spéciales* peuvent être placées dans le corps même du procès-verbal, s'il est nécessaire qu'elles soient rapprochées des faits particuliers auxquels elles se rapportent ; mais, dans ce cas, elles doivent toujours former un paragraphe distinct.

Les observations *générales* terminent le procès-verbal ; elles portent particulièrement sur les avantages qu'il y aurait à substituer à des méthodes imparfaites celles dont l'efficacité aurait été sanctionnée par l'expérience, en ce qui concerne l'abatage, l'épuisement des eaux, l'aérage, le boisage, le levé des plans, le roulage intérieur, etc.

On doit, dans ces observations, et à raison même de leur généralité, faire mention des renseignements recueillis sur les éboulements, les inondations, les incendies et les

accidents qui n'étaient pas de nature à être constatés par un procès-verbal spécial.

Le procès-verbal et les observations doivent, aux termes de l'article 6 déjà cité du décret de 1813, être inscrits sur le registre d'avancement journalier des travaux ; conformément au même article, l'ingénieur doit laisser en outre à l'exploitant, toutes les fois qu'il le jugera utile, une instruction écrite sur ce registre, contenant les mesures à prendre à l'effet de pourvoir à la sûreté des hommes et à celle des choses.

Ces instructions ne doivent pas, du reste, être confondues, soit avec les rapports que MM. les ingénieurs auraient à remettre à MM. les préfets, conformément à l'article 7 du décret, soit avec les réquisitions qu'ils sont tenus de faire dans le cas prévu par l'article 5.

Je remarquerai ici qu'indépendamment des procès-verbaux de visite ordinaire, le décret de 1813 fait mention, 1° des procès-verbaux de contravention aux mesures de police dont il est question dans ce décret ; 2° de ceux qui concernent les accidents survenus dans une mine ; 3° de ceux qui ont rapport à l'abandon de tout ou partie des travaux d'une mine.

Ce décret, l'article 50 de la loi du 21 avril 1810, ainsi que les dispositions du titre X de cette loi, indiquent suffisamment dans quelle forme et de quelle manière il convient de dresser les procès-verbaux concernant les contraventions ou les accidents ; quant à ceux de la dernière espèce, savoir, ceux qui sont relatifs à l'abandon de tout ou partie des travaux d'une mine, le chapitre 4 de l'instruction ministérielle du 3 août 1810 a donné à cet égard des détails auxquels je ne puis que me référer.

Je viens d'adresser une ampliation de la présente à MM. les préfets. C'est par leur intermédiaire que MM. les ingénieurs en chef doivent continuer à me transmettre, en y joignant leurs observations et propositions, une copie des procès-verbaux rédigés par MM. les ingénieurs ordinaires. Ces magistrats me feront parvenir ensuite cette copie, en me donnant connaissance des mesures qu'ils se proposeraient de prendre.

Je vous prie, monsieur, de m'accuser réception de cette lettre : je recommande particulièrement à vos soins

et à votre zèle l'exécution des dispositions qui y sont indiquées.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le conseiller d'état, directeur général des
ponts-et-chaussées et des mines,

Signé LEGRAND.

Paris, 30 janvier 1837.

Surveillance
des mines.
— Procès-
verbaux de
visite.

Monsieur le préfet, il m'a paru convenable de transmettre à MM. les ingénieurs des mines une instruction spéciale sur les procès-verbaux de visite des mines qu'ils sont chargés de rédiger. J'ai l'honneur de vous en adresser une ampliation.

Vous apprécierez comme moi l'importance de ces procès-verbaux qui, s'ils sont rédigés avec soin, peuvent avoir une utile influence sur l'exploitation de nos richesses minérales.

Je vous prie de m'adresser, suivant l'usage, la copie des procès-verbaux que M. l'ingénieur en chef vous aura transmis, et de me faire part des mesures que vous aurez prises ou que vous vous proposeriez de prendre.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le conseiller d'état, directeur général des
ponts-et-chaussées et des mines,

Signé LEGRAND.

Paris, 9 février 1837.

Machines
et chaudières
à vapeur
employées
dans les
établissements
industriels.

Monsieur le préfet, j'ai l'honneur de vous adresser les tableaux destinés à recevoir les documents statistiques qui doivent être fournis pour l'année 1836, relativement aux machines et chaudières à vapeur employées dans les établissements industriels.

Je me réfère, à ce sujet, à mes circulaires précédentes, et je vous prie d'inviter MM. les ingénieurs chargés de la surveillance de ces appareils, à remplir ces tableaux le plus tôt possible.

Etats
de 1836.

Les renseignements nécessaires pour ce travail ont dû être recueillis dans les visites d'inspection pendant le cours de l'année : il ne doit plus y avoir qu'à les coordonner et à les porter sur les états.

Je compte sur le zèle de MM. les ingénieurs pour continuer d'apporter toute l'exactitude désirable dans cette partie importante du service qui leur est confié.

Je vous serai obligé, monsieur le préfet, de me renvoyer les tableaux ci-joints, aussitôt qu'ils auront été remplis, et avec les observations que vous auriez à y ajouter.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le conseiller d'état, directeur général des
ponts-et-chaussées et des mines,

Signé LEGRAND.

Paris, le 9 février 1837.

Monsieur le préfet, j'ai l'honneur de vous transmettre les cadres imprimés relatifs aux états statistiques à fournir pour 1836, en ce qui concerne les bateaux à vapeur.

Ainsi que l'ont indiqué les circulaires précédentes, ces renseignements doivent être produits chaque année. Ceux qui ont été fournis pour l'année 1835 témoignent, par le soin avec lequel ils ont été rédigés, du zèle et du dévouement que MM. les ingénieurs et les commissions de surveillance continuent d'apporter dans cette partie du service. Je me fais un plaisir de les en remercier.

Plusieurs de MM. les préfets m'ont exprimé le désir que les nouvelles dispositions réglementaires qui ont été préparées sur la navigation à la vapeur puissent être mises prochainement en vigueur. Cet objet n'est pas perdu de vue ; il fixe toute l'attention et la sollicitude de l'administration. La navigation à la vapeur est appelée à procurer de grands avantages au commerce et à la société en général : il importe, en facilitant les moyens de surveillance et la répression des contraventions, de faire en sorte qu'elle présente au public toute la sécurité nécessaire.

On avait ajouté aux états statistiques de 1834 et 1835

Bateaux
à vapeur.
Etats
de 1836.

une colonne destinée à marquer la quantité de houille consommée, par heure de marche du bateau, dans les foyers des chaudières à basse et à haute pression. La comparaison des données qui ont été fournies à cet égard semblerait indiquer que les machines à haute pression consomment plus de houille que les machines à basse pression : il est très-probable qu'il y a ici quelque inexactitude dans les documents recueillis, et qu'autrement on serait arrivé à un résultat contraire, particulièrement en ce qui concerne les machines à haute pression lorsqu'elles sont à détente. Je vous prie, monsieur le préfet, d'appeler sur cet objet l'attention de MM. les ingénieurs et des commissions de surveillance, en les invitant à consigner sur les tableaux, avec le plus de précision possible, les observations qui sont relatives à cette consommation du combustible suivant la nature des appareils.

Je vous serai obligé de me renvoyer avec vos observations particulières les états ci-joints, lorsqu'ils auront été remplis, et de faire tout ce qui dépendra de vous pour que cet envoi puisse avoir lieu prochainement.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le conseiller d'état, directeur général des
ponts-et-chaussées et des mines,

Signé **LEGRAND.**

Paris, 28 mars 1837.

Monsieur, il m'a paru qu'une description complète et détaillée des gîtes de minerais métalliques et de combustibles, exploités ou non exploités dans le royaume, offrirait un intérêt particulier.

Cette description existe à l'égard de quelques mines par fragments isolés et épars, soit dans des mémoires imprimés, soit dans des rapports administratifs. Pour certains gîtes de houille et de lignite, on a aussi, comme vous le savez, entrepris des topographies souterraines. La confection, aujourd'hui commencée, d'un assez grand nombre de cartes géologiques départementales, donnera de même des notions fort utiles. Mais il faudrait un travail d'en-

Description
des gîtes
de minerais
métalliques
et de
combustibles,
exploités ou
non exploités,
existant dans
le royaume.

semble, conçu dans un même esprit, où notre richesse souterraine fût considérée à la fois sous le point de vue géologique et sous le rapport industriel. Tel est l'objet du programme que vous trouverez joint à la présente. Vous remarquerez que ce programme comprend (§ 1^{er}) les gîtes de minerais de fer d'alluvion. Ces sortes de minerais, quoique confondus tous sous une même dénomination, présentent souvent dans leur gisement des différences essentielles longtemps méconnues, qui ont assez généralement une influence notable sur leur qualité. Il est donc important de les décrire de même que les autres gîtes de substances minérales.

Je sais que MM. les ingénieurs des mines sont chargés d'un grand nombre d'occupations, et qu'ainsi il leur serait difficile de remplir l'objet de la présente dans un court espace de temps. Aussi ai-je fixé dans le programme (§ 3), un délai de trois années pour l'achèvement complet de cette description.

Lorsqu'un ingénieur n'aura pas de service administratif dans le département, et s'occupera seulement de la carte géologique, ce sera lui qui suppléera (§ 6 du programme) l'ingénieur du département pour la description dont il s'agit. Il devra faire marcher de front son travail descriptif avec les reconnaissances auxquelles il se livrera pour la carte géologique du département.

Le travail dont il s'agit devra, dans tout état de choses, me parvenir par l'intermédiaire de l'ingénieur en chef du département, qui y joindra ses observations particulières.

Je compte, monsieur, sur votre zèle pour l'exécution de la présente, dont je vous prie de m'accuser la réception.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le conseiller d'état, directeur général des
ponts-et-chaussées et des mines,

Signé **LEGRAND.**

PROGRAMME

Relatif à la description des gîtes de minerais métalliques et de combustibles existant dans le royaume.

1. L'ingénieur des mines de chaque département rédigera, pour chaque gîte de minerais métalliques (mines ou minières) et de combustibles, exploité ou non exploité, existant dans le département, une description destinée à donner une connaissance suffisamment complète de ce gîte, à la fois sous les rapports *géologique* et *industriel* :

Sous le rapport géologique, en indiquant le terrain qui le renferme, les roches qui l'accompagnent et les autres circonstances principales de son gisement ;

Sous le rapport industriel, en faisant connaître sa richesse, la qualité des produits qu'on en extrait, et en donnant, autant que possible, un précis des travaux anciens et récents qui y ont été pratiqués, des bénéfices qu'on en a obtenus, des espérances plus ou moins probables qu'on peut avoir sur la durée de son exploitation.

2. Pour mieux faire comprendre la position du gîte et de son gisement, il sera en général nécessaire de joindre à la description un plan et deux coupes, au moins en croquis. En outre, pour les mines dont les travaux souterrains sont assez nombreux, il sera utile d'annexer une copie des plans et coupes des travaux souterrains, lorsque ces plans existent. Toutefois, la copie de ces derniers plans pouvant exiger beaucoup de temps, elle ne sera obligatoire que sur la demande formelle du directeur général des ponts-et-chaussées et des mines.

3. Le travail descriptif dont il s'agit devra être exécuté en trois années. A la fin de chaque année, l'ingénieur adressera au directeur général, par l'intermédiaire de l'ingénieur en chef, la partie de ce travail dont il se sera occupé, de manière qu'au bout de trois années, c'est-à-dire à la fin de 1839, l'ensemble des descriptions soit achevé et envoyé.

4. Lorsque l'ingénieur aura à décrire des exploitations sur lesquelles il existerait des mémoires imprimés, ou des rapports administratifs, ou des renseignements développés déjà insérés dans ces dernières années sur les états d'exploitation ou sur les tableaux statistiques, il fera de ces documents

les extraits nécessaires pour son travail, en indiquant la source de ces extraits, et complétera au besoin les descriptions, de manière qu'elles donnent toujours une connaissance suffisante de chaque exploitation, sous les rapports mentionnés au § 1^{er} ci-dessus.

5. Les dispositions des gîtes des substances métallifères ou combustibles, seront toujours séparées les unes des autres sur des feuilles ou cahiers distincts, à l'exception du cas où il s'agirait des minières d'une même commune ou d'un même canton qui seraient, sous tous les rapports, absolument identiques.

6. L'ingénieur qui, sans être chargé du service administratif d'un département, aura été désigné pour en faire la carte géologique, rédigera, à la place de l'ingénieur du département et suivant les bases indiquées au présent programme, les descriptions géologiques et industrielles de chacun des gîtes de mines et de minières qu'il aura observés. Ces descriptions devront être adressées au directeur général à la fin de chaque campagne, comme il est dit article 3.

Paris, 28 mars 1837.

Le conseiller d'état directeur général des ponts-et-chaussées et des mines,

Signé LEGRAND.

Paris, 28 mars 1837.

Monsieur le préfet, j'ai pensé qu'il serait fort utile d'avoir une description complète et détaillée des gîtes de minerais métalliques et de combustibles exploités ou non exploités dans le royaume. Je viens d'adresser à cet égard, à MM. les ingénieurs des mines, une circulaire dont j'ai l'honneur de vous transmettre une ampliation.

Vous apprécierez bien certainement toute l'importance de ce travail, et je vous serai obligé de tout ce que vous voudrez bien faire pour le seconder.

Recevez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le conseiller d'état, directeur général des ponts-et-chaussées et des mines,

Signé LEGRAND.

Description
des gîtes
de minerais
et de
combustibles
exploités ou
non exploités
existant dans
le royaume.

Paris, 5 avril 1837.

Projet
d'institution
d'un corps
d'agents
secondaires
sous les ordres
de MM. les
Ingénieurs
des mines.

Monsieur, l'administration a reconnu depuis longtemps la nécessité d'instituer des agents spéciaux qui seraient appelés à seconder les ingénieurs des mines dans les diverses parties de leur service, et à exercer, sous leurs ordres, une surveillance active à l'égard de l'exploitation des mines, des carrières, etc. Quelques agents de cette espèce ont déjà été créés, à l'aide de fonds spéciaux votés dans plusieurs localités où leur concours est très-utile.

Il est regrettable que l'on n'ait pu procéder jusqu'ici à une organisation complète; mais la pénurie des fonds y a mis obstacle. Quel que soit le parti à prendre ultérieurement, on peut toujours préparer les bases de cette organisation, en attendant les moyens de la réaliser. Je m'occupe de cet objet important, et divers renseignements me sont indispensables pour fixer entièrement mes idées à cet égard.

Je vous serai obligé de me faire connaître :

1°. Le nombre d'agents secondaires (conducteurs, gardes-mines, voyers souterrains ou autres), que vous jugeriez nécessaire de créer pour votre arrondissement;

2°. Les fonctions que chacun de ces agents aurait à remplir.

Je vous prie de m'adresser, dans le plus court délai possible, et d'une manière distincte pour chaque département, votre réponse aux deux questions ci-dessus. Je recevrai également et avec intérêt les observations que vous jugerez utile de m'adresser sur l'objet de la présente.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération très-distinguée.

Le conseiller d'état, directeur général des
ponts-et-chaussées et des mines,

Signé **LEGRAND.**

Note additionnelle au programme du 22 mars 1836, relatif à l'exécution des cartes géologiques départementales.

Aux termes de l'article 2 du programme du 22 mars 1836, MM. les ingénieurs des mines, chargés de l'exécution des cartes géologiques départementales, doivent marquer sur les cartes de Cassini, qui servent de base à leur travail, tous les lieux des exploitations de tout genre ouvertes ou abandonnées, et les emplacements où l'on a reconnu des indices de minéraux utiles non encore exploités. L'article 3 leur prescrit de reconnaître eux-mêmes toutes ces localités, et de ne pas s'en rapporter à des indications plus ou moins incertaines.

Il s'ensuit qu'ils doivent, autant que possible, lorsqu'ils parcourent un canton pour en observer la constitution, visiter ces lieux d'exploitation, et les marquer sur leurs cartes; sans cela ils se trouveraient dans la nécessité de retourner plus tard sur des points déjà en partie explorés, ce qui occasionnerait une perte de temps et une augmentation de dépense.

Ce serait une grande erreur d'attacher peu d'importance à cette indication des lieux d'exploitation sur les cartes géologiques départementales. Il ne faut pas, en effet, considérer ces cartes uniquement sous le rapport scientifique. La carte géologique générale de la France a été entreprise surtout dans un but scientifique, et cependant on a pris soin d'y indiquer beaucoup de lieux d'exploitation, autant que la petitesse de l'échelle a pu le permettre sans confusion. On doit donc, à bien plus forte raison, en agir de même sur les cartes géologiques départementales, qui sont sur une échelle beaucoup plus grande, et par conséquent y multiplier ces indications, de même qu'on y trace les subdivisions des terrains, et souvent même les différences des roches.

Il y a même un motif de plus pour qu'on prenne soin de ne pas omettre d'indiquer sur ces cartes géologiques départementales tous les lieux d'exploitation, c'est que ces cartes doivent être exécutées de manière à être d'une utilité scien-

tifique, et en même temps populaire. Il faut que les savants y trouvent tracées toutes les divisions et subdivisions de terrains aux véritables places où elles se montrent au jour; mais il faut aussi que ces cartes puissent être consultées avec fruit par les fabricants et les industriels de tous genres, les constructeurs et les architectes, les propriétaires et les agriculteurs, en un mot, par toutes les personnes peu versées dans la géologie.

Ce tracé, sur les cartes, des lieux d'exploitation et des indices des substances minérales non exploitées, a un autre avantage. Il contribuera à répandre les connaissances géologiques. Le fabricant, qui recherchera la position des gîtes d'une certaine nature qu'il a intérêt à connaître, ne pourra s'empêcher de remarquer qu'ils se trouvent toujours sur une même bande coloriée, et il apprendra bientôt à connaître le terrain que cette bande représente, et ceux qui l'avoisinent. Il saura donc que c'est dans ce terrain qu'il devra toujours diriger ses recherches de nouveaux gîtes. Ainsi, par exemple, le maître de forge apprendra promptement dans quels terrains il peut espérer de rencontrer des minerais plus ou moins analogues à ceux qui alimentent son usine. Le potier, le briquetier des départements environnant Paris, voyant que les argiles renommées proviennent toutes d'un dépôt entre le terrain de craie et le terrain tertiaire, n'iront pas exploiter une argile du terrain d'alluvion, s'ils veulent fabriquer des poteries ou des briques réfractaires. Ils apprendront nécessairement à distinguer les terrains qui renferment les bonnes argiles.

C'est dans cet esprit que l'administration s'est occupée des cartes géologiques départementales, et que bien certainement aussi les conseils généraux de départements ont voulu, par des allocations annuelles, concourir à leur exécution.

Les prescriptions indiquées par les articles 2 et 3 du programme sont donc très-essentiels, et MM. les ingénieurs ne doivent pas les perdre un instant de vue.

Toutefois, dans les lieux où il existe un grand nombre d'exploitations semblables très-rapprochées, comme aussi dans les pays de montagnes, où la roche est souvent à découvert sur une grande étendue, et exploitée çà et là tem-

porairement, on peut se borner à indiquer sur la carte ces groupes d'exploitations.

Les terrains doivent être distingués sur les cartes de Cassini, non-seulement par des couleurs, mais aussi par des lettres indicatives. Cette précaution, recommandée par l'article 1^{er} du programme, peut paraître minutieuse au premier abord; elle est cependant tout à fait indispensable. Lorsqu'on emploie une grande variété de couleurs, on est obligé d'adopter des teintes différentes d'une même sorte de couleur principale, et alors il est souvent fort difficile de ne pas les confondre entre elles. Il arrive fréquemment que des parties, dont la couleur est la même, paraissent différentes l'une de l'autre, parce que le pinceau s'est trouvé chargé, tantôt plus, tantôt moins; de même, l'œil confond souvent entre elles des couleurs qui sont essentiellement différentes, et cette confusion est nécessairement encore augmentée par l'altération que les couleurs éprouvent plus ou moins par l'exposition à l'air, et en général par l'usage des cartes. Aussi, presque tous les géologues sont-ils d'accord aujourd'hui de ne pas se borner à distinguer les terrains par des couleurs sur les cartes géologiques, mais d'y ajouter toujours des lettres indicatives. Cette distinction par des lettres est d'autant plus avantageuse, qu'il est facile à celui qui étudie une carte géologique de retenir la signification que l'auteur a eu l'intention de leur donner, tandis que pour les couleurs il est obligé de recourir fréquemment à la légende. Toutefois, les lettres indicatives ne peuvent pas seules tenir lieu des couleurs, qui sont toujours essentielles pour faire saisir promptement l'étendue et les limites de chaque espèce de terrain.

Aux termes des articles 4 et 5 du programme, MM. les ingénieurs doivent rendre compte de leur travail annuel, au moyen d'un journal de tournée tenu jour par jour, mis en ordre et rédigé pendant le voyage, de manière à être facilement compris. Un simple carnet de notes prises en voyage, le plus souvent fugitives, isolées ou abrégées, est trop laconique, et il y règne d'ailleurs une sorte de désordre qu'on ne peut guère éviter en pareil cas. D'un autre côté, un mémoire renfermant les descriptions des cantons parcourus, soit par ordre de terrains, soit par ordre d'observations faites dans un certain laps de temps,

Couleurs
et lettres
indicatives
des terrains.

Journaux
de tournées.

ne remplirait pas non plus le but des comptes rendus annuels. Il faut, comme il est dit ci-dessus, un journal d'observations, jour par jour, mis en ordre et rédigé. Ce mode est le seul convenable, non-seulement pour que l'on puisse apprécier le travail des ingénieurs, mais en outre pour mettre ceux-ci en état de retrouver plus tard toutes les observations que leur a suggérées la vue des lieux, afin de pouvoir les contrôler ultérieurement dans l'exploration des contrées adjacentes d'une composition plus ou moins analogue.

Cet usage de rédiger un journal pendant les jours de repos, au milieu des voyages, a toujours été suivi et recommandé par les géologues, que l'on a regardés comme les meilleurs observateurs.

Récolte
d'échantillons
de roches, de
minerais et de
fossiles.

Il est très-utile, non-seulement pour la formation de collections géologiques et minéralogiques départementales, mais aussi pour le travail des cartes géologiques départementales elles-mêmes, que MM. les ingénieurs recueillent pendant leurs tournées annuelles, relatives à ces cartes, des échantillons de roches et de minéraux. Ces échantillons serviront en effet aux ingénieurs à comparer, dans le cabinet, les produits de leurs différentes explorations. Il conviendra aussi de recueillir des fossiles, dont la détermination, soit par les ingénieurs, soit par des zoologistes exercés, pourra beaucoup éclairer sur la détermination des terrains.

Coupes
des terrains.

Les ingénieurs doivent joindre à leur travail des coupes plus ou moins nombreuses des terrains, ainsi que cela est recommandé par l'article 1^{er} du programme. Les coupes dont il s'agit sont absolument indispensables pour compléter la connaissance de la constitution géologique d'une contrée.

Paris, 1^{er} mai 1837.

Le conseiller d'état, directeur général des
ponts-et-chaussées et des mines,

Signé LEGRAND.

Paris, 30 juin 1837.

Monsieur, en exécution de la loi du 23 avril 1833, le compte rendu des travaux des ingénieurs des mines vient d'être publié et distribué aux chambres. J'ai l'honneur de vous en adresser un exemplaire. Ce travail prend chaque année un nouvel intérêt, et témoigne constamment des services du corps des mines. J'aime à en féliciter MM. les ingénieurs. Chacun d'eux doit s'applaudir d'apporter ainsi son tribut et de mettre le pays à même d'apprécier ses utiles services.

Instructions
relatives aux
documents
statistiques à
réunir pour
la campagne
1836.

Le résumé statistique imprimé à la suite du compte rendu, met en lumière un grand nombre de documents dont on est redevable à leurs recherches et à leur zèle. Il fait connaître la situation des diverses branches de l'industrie minérale dans chaque partie du royaume. On n'avait point jusqu'ici rassemblé autant de faits précieux; il était très-important de les recueillir, et l'on mettra, en toute occasion, du prix à les consulter.

Les renseignements relatifs à l'exploitation des carrières et aux élaborations des diverses substances d'origine minérale, ont acquis en général toute la précision qu'on pouvait désirer. Je sais gré à MM. les ingénieurs du soin qu'ils ont mis à me les transmettre, et je les en remercie. Du reste, comme les industries de cette nature n'ont point, d'une campagne à l'autre, des variations très-marquées, on peut se dispenser de revenir tous les ans sur ce sujet. Il suffit de le considérer à de certains intervalles. La rédaction des tableaux 6 et 7 reste donc ajournée jusqu'au moment où il paraîtra convenable de les remplir de nouveau. D'ici là, toutefois, MM. les ingénieurs auront soin de se tenir au courant de tout ce qui s'y rattache, de telle manière qu'ils soient prêts à éclairer l'administration dès qu'elle aura besoin de les consulter.

Pour cette année, MM. les ingénieurs s'occuperont particulièrement de la rédaction des états nos 1, 2, 3, 4 et 5. J'appelle surtout leur attention sur les observations ci-après, en ce qui concerne les états 1, 2 et 4.

ÉTAT N° 1.

Les renseignements fournis jusqu'ici présentent encore quelques lacunes qu'il est nécessaire de remplir. Ainsi, le produit brut n'est pas toujours entièrement porté sur l'état n° 1, soit parce qu'on néglige d'y faire figurer la houille distribuée aux ouvriers ou consommée par les machines, soit parce que la quotité de l'extraction dépasse réellement le chiffre adopté par les comités d'évaluation. Ces diverses causes d'erreurs ont été rarement évitées sur l'état statistique, qui a presque toujours été la simple reproduction des états de redevances. Elles en disparaîtront au moyen de deux nouvelles colonnes ajoutées à cet effet.

ÉTAT N° 2.

Il a été difficile jusqu'à présent d'évaluer, même d'une manière approximative, la valeur créée par le transport des minerais exploités dans chaque département. Quoiqu'on eût expliqué comment il fallait remplir les colonnes relatives à la répartition et au transport du minerai de fer, plusieurs de MM. les ingénieurs ne se sont point conformés à cette indication. L'état n° 2 est conçu aujourd'hui de manière à en rendre la rédaction plus facile.

La classification des minerais a été modifiée. Ils ne forment plus maintenant que trois classes. Ces classes sont définies dans le résumé statistique joint au compte rendu; on a reproduit cette définition en tête de l'état n° 2.

ÉTAT N° 4.

La forme de l'état n° 4 reste la même que celle de l'annéc dernière. MM. les ingénieurs devront seulement avoir soin de se conformer aux indications nouvelles portées en tête de l'état.

§ I. Préparation des minerais.

L'opération du débouillage, confondue tantôt dans l'extraction, tantôt dans le lavage proprement dit, devra figurer dorénavant d'une manière spéciale. Quand il y aura plusieurs lavages successifs, on distinguera les éléments et les résultats de ces diverses opérations, au lieu de les confondre comme on l'avait fait jusqu'à ce jour.

§ II. Fabrication de la fonte.

Il est indispensable de distinguer très-exactement les diverses qualités de la fonte. Pour donner à ces renseignements toute l'uniformité désirable, on se conformera à la classification suivante :

- N° I. Fonte moulée (première fusion).
- N° II. Fonte en gueuse pour le moulage en deuxième fusion.
- N° III. Fonte d'affinage pour fer fort.
- N° IV. Fonte d'affinage pour fer demi-fort.
- N° V. Fonte d'affinage pour fer métis.
- N° VI. Fonte d'affinage pour fer tendre.
- N° VII. Fonte de bocage.

Un numéro en chiffres romains placé dans la colonne (27) suffira pour donner l'indication demandée.

§ III. Fabrication du gros fer.

L'on devra également, au moyen d'un numéro placé comme il vient d'être dit, distinguer soigneusement les quatre qualités de fer suivantes :

- N° I. Fer fort (fer de qualité supérieure).
- N° II. Fer demi-fort (fer de qualité un peu inférieure, mais ne cassant ni à froid ni à chaud).
- N° III. Fer métis (fer difficile à travailler à chaud, peu cassant à froid).
- N° IV. Fer tendre (fer facile à travailler à chaud, très-cassant à froid).

La quatrième page de chacun des états ci-joints est en blanc, pour que MM. les ingénieurs y portent les observations dont l'objet est indiqué sommairement en tête de cette même page. Je me plais à croire que cette partie de leur travail sera, de même que toutes les autres, traitée avec le plus grand soin. Les renseignements techniques, fournis par plusieurs d'entre eux sur l'industrie du fer, ont été des éléments fort utiles pour la rédaction de la notice détaillée, annexée au compte rendu de 1836, sur l'état actuel et sur l'avenir de cette importante industrie. Il faut maintenant se tenir au courant des divers perfec-

tionnements qu'amènent nécessairement chaque année les progrès de la pratique et de la théorie. C'est à l'expérience et aux lumières des ingénieurs qu'il appartient de signaler ces précieuses conquêtes sur la routine et les préjugés, et c'est dans ce but qu'ils présenteront, à la fin de l'état n° 4, un résumé général sur les progrès de l'industrie du fer dans chaque département depuis plusieurs années, et particulièrement dans la dernière campagne. La notice dont je viens de parler leur indiquera suffisamment dans quel esprit et sur quel plan leurs observations doivent être rédigées.

J'ai l'honneur de vous adresser, monsieur, en double exemplaire, les tableaux relatifs à la campagne de 1836. L'un restera comme minute dans votre bureau, l'autre me sera transmis suivant l'usage.

Le travail de MM. les ingénieurs ordinaires me parviendra, d'après la règle accoutumée, par l'intermédiaire de MM. les ingénieurs en chef, qui y joindront leurs observations. Dans le cas où il ne resterait plus de place sur les états, pour qu'elles y fussent portées, ils les consigneront sur une feuille séparée, qui sera insérée au milieu desdits états.

Il doit toujours y avoir un état distinct pour chaque département; en aucun cas on ne doit présenter sur un même tableau des renseignements communs à deux départements.

Les états pour lesquels il n'y aurait lieu à aucune espèce de renseignements, seront renvoyés comme les autres, avec une indication qui motivera cette circonstance.

Le travail demandé par la présente circulaire devra m'être parvenu pour le 1^{er} octobre au plus tard. Je saurai gré à MM. les ingénieurs du soin qu'ils mettront à devancer cette époque: il ne sera pas nécessaire au surplus que tous les tableaux soient prêts pour me les envoyer; on pourra me les adresser successivement. Ce qui importe, c'est que l'ensemble ne se fasse pas attendre au delà du 1^{er} octobre. Il serait superflu de répéter ici que l'absence d'un seul des tableaux peut apporter un retard fâcheux dans la rédaction des documents statistiques annexés chaque année au compte rendu.

Je me repose avec confiance, monsieur, sur votre zèle. En plusieurs occasions des paroles bienveillantes ont ac-

cueilli, à nos deux tribunes politiques, les travaux du corps des mines; il dépend de MM. les ingénieurs de lui mériter de nouveaux suffrages.

Je vous prie de m'accuser réception de la présente, et des états qui y sont annexés.

Recevez, monsieur, l'assurance de ma considération très distinguée.

Le conseiller d'état, directeur général des ponts-et-chaussées et des mines,

Signé LEGRAND.

Paris, 30 juin 1837.

Monsieur le préfet, le compte rendu des travaux des ingénieurs des mines pendant l'année 1836, vient d'être distribué aux chambres. Je me fais un plaisir de vous adresser un exemplaire de ce compte, dont vous prendrez connaissance avec intérêt. Les services des ingénieurs des mines attestent à la fois leur zèle et leurs talents. MM. les préfets, témoins de leurs efforts, savent les apprécier. Ils trouveront toujours en eux d'utiles auxiliaires animés du désir de les seconder dans tout ce qui pourra contribuer au développement de l'industrie.

Compte rendu
des travaux
des ingénieurs
des mines pen-
dant l'année
1836.

Les documents statistiques, annexés au compte rendu de 1836, ont reçu cette fois de notables développements. Ils contiennent, sur les branches diverses de l'industrie minérale, des détails aussi intéressants qu'instructifs. Les ingénieurs se sont appliqués dans toutes les circonstances à éclairer les industriels de leur expérience. Ils ne négligeront aucune occasion de leur donner de bonnes directions, et de concourir, en ce qui dépendra d'eux, à tous les perfectionnements qu'il est désirable de réaliser.

Je vous transmets une copie des instructions que je viens de leur adresser au sujet des documents qu'ils doivent réu-

nir pendant la présente année. Je vous prie de m'en accuser réception, ainsi que de cette lettre et de l'ouvrage qui y est joint.

Agréez, monsieur le préfet, l'assurance de ma considération la plus distinguée.

Le conseiller d'état, directeur général des
ponts-et-chaussées et des mines,

Signé **LEGRAND.**

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XI.

GÉOLOGIE ET MINÉRALOGIE.

	Pages.
Mémoire sur les terrains volcaniques des environs de Naples; par M. <i>Dufrénoy</i> , ingénieur en chef des mines.	113
Première suite.	369
Deuxième suite et fin.	389
Notice sur le plomb vanadiaté zincifère et cuprifère; par M. <i>A. Damour</i>	161
Mémoire sur les courants électriques observés dans les filons de Cornouailles; par M. <i>W. J. Henwood</i> . Traduit de l'anglais par M. <i>Eugène Cordier</i>	585

CHIMIE.

Recherches relatives à l'action de la vapeur d'eau à une haute température sur les métaux et sur les sulfures métalliques; essai d'une nouvelle classification des métaux d'après leur degré d'oxidabilité; par M. <i>V. Regnault</i> , élève-ingénieur des mines.	3
Analyse des eaux minérales d'Allevard; par M. <i>Gaynard</i> , ingénieur en chef des mines.	387
Analyse des eaux thermales de la Motte (Isère); par M. <i>Gaynard</i> , ingénieur en chef des mines.	388

EXTRAITS DE JOURNAUX.

(Travaux de 1836.)

1. Quelques idées sur une nouvelle force agissant dans les combinaisons des corps organiques; par M. <i>Berzelius</i>	165
---	-----

2. Sur les chaleurs spécifiques; par M. <i>Baudrimont</i>	170
3. Sur le froid produit par la dissolution des sels dans l'eau; par M. <i>Th. Thomson</i>	170
4. Congélation artificielle de l'eau; par M. <i>Malapert</i> , de Poitiers.	170
5. Sur un dégagement de lumière qui a lieu pendant la combinaison chimique des métaux entre eux, et sur le gaz hydrogène arsenié; par M. <i>Vogel</i>	172
6. Sur le phénomène de la décrépitation; par M. <i>Baudrimont</i>	173
7. Sur la propriété magnétique des métaux; par M. <i>Faraday</i>	174
8. Sur la liquéfaction des gaz; par M. <i>Aimé</i>	174
9. Sur la liquéfaction des gaz; par M. <i>Kemp</i>	175
10. Sur la solubilité en général, et en particulier sur la solubilité des sels; par M. <i>Persoz</i>	176
11. Expériences relatives à l'obstacle qu'opposent certains gaz à la combinaison d'un mélange explosif d'oxygène et d'hydrogène soumis à l'action du platine; par M. <i>W. Henry</i>	177
12. Description d'un procédé propre à séparer de très petites quantités d'arsenic des substances dans lesquelles il se trouve mélangé; par M. <i>Marsh</i>	180
13. Nouveau procédé pour la préparation de l'iode et du brome; par M. <i>Bussy</i>	181
14. Réaction de l'iode sur l'hydrate d'amidon, par l'intermédiaire d'une étoffe de coton; par M. <i>Jonas</i>	185
15. Analyse d'un mélange de chlore, de brome et d'iode; par M. <i>Osann</i>	186
16. Sur un sulfure d'azote; par M. <i>Grégory</i>	187
17. Emploi du plomb pour l'eudiométrie; par M. <i>Th. de Saussure</i>	188

18. Sur le naphte; par M. <i>Hess</i>	195
19. Sur le naphte; par M. <i>Hess</i>	195
20. Note sur l'huile distillée de caoutchouc; par M. <i>W. Grégory</i>	196
21. Sur la formation de l'acide sulfurique; par M. <i>Thompson de Glasgow</i>	197
22. Préparation de l'acide sulfurique anhydre; par M. <i>Mosander</i>	198
23. Nouveau composé d'acide sulfurique et d'acide sulfureux anhydres; par M. <i>H. Rose</i>	198
24. Nouvel appareil pour la préparation de l'acide phosphorique; par M. <i>Bruener</i>	199
25. Note sur la préparation de l'acide hypochloreux; par MM. <i>Brandes</i> et <i>Neddermann</i>	199
26. Nouvelle méthode pour préparer l'acide iodique; par M. <i>Thompson</i>	200
27. Sur la préparation et les propriétés de l'acide hyperiodique; par M. <i>Bengiegers de Pforzheim</i>	201
28. De l'action de l'oxide de carbone sur quelques oxides, sulfures et chlorures métalliques; par M. <i>Gobel</i>	205
29. Sur l'acide carbonique solide; par M. <i>Thilrier</i>	206
30. Séparation de l'acide carbonique d'avec l'acide sulfureux et l'hydrogène sulfuré; par M. <i>Gay-Lussac</i>	207
31. Sur l'acide gallique; par M. <i>Robiquet</i>	208
32. Sur l'acide sulfotartrique; par M. <i>Frémy</i>	209
33. Sur les produits obtenus de la distillation de l'acide racémique; par M. <i>Berzelius</i>	210
34. Sur l'acide xantique; par M. <i>Zeise</i>	210
35. Procédé pour apprécier des quantités très-minimes d'acide hydrocyanique libre ou combiné; par M. <i>O. Henry</i>	212
36. Sur le produit de la décomposition de l'éther par le brome; par M. <i>Læwig</i>	214

37. Sur l'amidon de pomme-de-terre; par M. <i>Guérin Vary</i>	215
38. Action de l'acide sulfurique sur les huiles; par M. <i>Frémy</i>	216
39. Recherches sur la nature de l'éthyl; par MM. <i>Dumas et Péligot</i>	218
40. Sur la nature de l'indigo et sur la véritable composition de quelques produits auxquels il donne naissance; par M. <i>Dumas</i>	219
41. Sur la présence de l'eau dans les sulfates comme principe constituant; par M. <i>Graham</i>	221
42. Action de l'acide sulfurique anhydre sur certains chlorures; par M. <i>H. Rose</i>	224
43. Mémoire sur les composés décolorants du chlore; par M. <i>Martens</i> , professeur de chimie à l'Université de Louvain	225
44. Sur les formes cristallines et la composition de plusieurs sels acides; par M. <i>Mitscherlich</i>	235
45. Sur la potasse cristallisée; par M. <i>Walter</i>	236
46. Sur le carbure de potassium et sur un nouveau composé d'hydrogène et de carbone; par M. <i>E. Davy</i>	236
47. Sur la propriété hygroscopique des nitrates de potasse et de soude	238
48. Sur les combinaisons des alcalis avec l'acide carbonique; par M. <i>H. Rose</i>	238
49. Préparation du cyanure de potassium; par les frères <i>Rodgers</i>	240
50. Des combinaisons de l'ammoniaque avec les sels anhydres; par M. <i>H. Rose</i>	241
51. Moyen de séparer la baryte de la strontiane; par M. <i>Smith</i>	244
52. Sur la décomposition du carbonate de chaux au moyen de la chaleur; par M. <i>Gay-Lussac</i>	244
53. Sur la solubilité du carbonate de chaux dans le muriate d'ammoniaque; par M. <i>Vogel</i>	246

54. Sur l'aluminium et le chlorure d'aluminium	247
55. Méthode pour déterminer la valeur de l'oxide noir de manganèse; par M. <i>Thomson</i>	249
56. De l'action de l'acide sulfureux sur l'acier; par M. <i>Vogel</i>	250
57. Formation artificielle de la pyrite cristallisée; M. <i>Wohler</i>	250
58. Sur la décomposition des sulfates de fer et de cuivre par l'acide oxalique; par M. <i>Vogel</i>	251
59. Sur la décomposition des sels cuivreux au moyen du phosphore; par M. <i>Vogel</i>	252
60. Sur un nouveau sel de cuivre; par M. <i>Wohler</i>	252
61. Sur la préparation du vert de brème; par M. <i>Gentile</i>	253
62. Préparation de l'antimoine pur; par M. <i>Liebig</i>	256
63. Sur les nouveaux composés d'antimoine admis par M. Faraday; par M. <i>Berzélius</i>	257
64. Note sur la préparation du kermès et du soufre doré, au moyen de la méthode de déplacement; par M. <i>Musculus de Soultz</i>	257
65. Moyen de séparer le zinc du nickel; par M. <i>J. Smith</i>	258
66. Sur les oxides de plomb; par M. <i>Venkelblech</i>	259
67. Propriété remarquable de l'iodure de plomb; par M. <i>Talbot</i>	260
68. Sur la réduction des sels mercuriels au moyen du cuivre; par M. <i>Vogel</i>	261
69. Recherches sur les chlorures et oxides de mercure; par M. <i>Kane</i>	262
70. Sur le maléate et le carbure d'argent; par M. <i>Regnault</i>	263
71. Nouvelles observations sur l'essai des matières d'argent par la voie humide; par M. <i>Gay-Lussac</i>	264

72. Sur les iodures d'or; par M. <i>Johnston</i>	265
73. Nouvelles observations sur la préparation du cyanure d'or; par M. <i>Figuier</i>	266
74. De l'essai du doré; par M. <i>Boutigny</i>	267
75. Sur l'affinage de l'or dans le Népaül; par M. <i>Campbell</i>	269
76. Préparation du verre rouge de rubis; par M. <i>Fuss</i>	269
77. Sur un moyen facile de préparer le noir de platine; par M. <i>Döbereiner</i>	272
78. Sur plusieurs combinaisons nouvelles de platine; par M. <i>Döbereiner</i>	273
79. Fabrication du platine malléable; par M. <i>Liebig</i>	274
80. Sur quelques combinaisons triples de chlorure d'osmium, d'iridium et de platine, avec les chlorures de potassium et d'ammonium; par M. <i>Hermann</i>	276

ANALYSES DE SUBSTANCES MINÉRALES.

(Travaux de 1836.)

1. Sur la valeur absolue des espèces de bois les plus employées comme combustible; par MM. <i>Petersen</i> et <i>Schödler</i>	435
2. Analyse du bois torréfié employé dans l'usine à fer de Vasserhalfingen (royaume de Wurtemberg); par M. <i>P. Berthier</i>	444
3. Analyse d'une tourbe des environs de Freyberg; par M. <i>Lampadius</i>	444
4. Analyse de plusieurs variétés de tourbe du département de la Somme; par M. <i>P. Berthier</i>	446
5. Sur le bitume de Bechelbrun; par M. <i>Boussingault</i>	448
6. Sur l'ozokérite; par M. <i>Schrotter</i>	449
7. Sur l'ozokérite de la montagne Zietrisika en Moravie; par M. <i>Malagutti</i>	450

8. Analyse d'un lignite de la baie de Baffin; par M. <i>P. Berthier</i>	453
9. Analyse de la houille de Faymoreau (Vendée); par M. <i>P. Berthier</i>	454
10. Sur les minéraux sélénisés du Mexique; par M. <i>Del Rio</i>	455
11. Structure microscopique des minéraux pierreux et terreux; par M. <i>Erhemberg</i>	455
12. Sur les infusoires des tripolis; par M. <i>Erhemberg</i>	456
13. Analyse de l'eau minérale de Humburg, près Francfort-sur-le-Mein; par M. <i>Liebig</i>	457
14. Analyse de l'eau minérale de Saint-Allyre près Clermont, département du Puy-de-Dôme; par M. <i>J. Girardin</i>	457
15. Sur les eaux thermales de Luxeuil; par M. <i>Longchamp</i>	462
16. Analyse de deux tufs volcaniques des environs de Naples; par M. <i>P. Berthier</i>	464
17. Analyse d'un basalte de Silésie et d'une lave de l'Étna; par M. <i>Lowe</i>	467
18. Nouvelles observations sur les chaux hydrauliques magnésiennes; par M. <i>Vicat</i>	468
19. Sur les os fossiles trouvés près de Jamna, aux Indes	472
20. Analyse d'une efflorescence nitreuse de l'Inde; par M. <i>Piddington</i>	472
21. Examen chimique de quelques variétés d'augite et de hornblende; par M. <i>Kudernatsch</i>	473
22. Sur le carbonate de magnésie de l'Inde méridionale; par M. <i>Prinse</i>	475
23. Analyse de la gadolinite; par MM. <i>Thomson</i> et <i>Steel</i>	476
24. Analyse d'une efflorescence saline d'Aix en Savoie; par M. <i>P. Berthier</i>	477
25. Sur l'holmite; par M. <i>Thomson</i>	478

26. Analyse de la chiastolite; par M. <i>Laudgrèbe</i> de Marbourg.	479
27. Analyse du savon de montagne de Plombières; par M. <i>P. Berthier</i>	479
28. Analyse de deux terres végétales des environs de Nemours, département de Seine-et-Marne; par M. <i>P. Berthier</i>	481
29. Analyse de deux terres végétales des environs de Puiseaux, département du Loiret; par M. <i>P. Berthier</i>	483
30. Analyse d'une terre végétale de l'île de Cuba; par M. <i>P. Berthier</i>	485
31. Analyse de la ærstedtite; par M. <i>Forchhammer</i>	486
32. Des minéraux qui renferment le columbium; par M. <i>Thomson</i>	487
33. Analyse du minerai de manganèse de Sargans, canton de Saint-Gall (Suisse); par M. <i>P. Berthier</i>	489
34. Analyse du minerai de manganèse de Ludlwigsthal (Wurtemberg); par M. <i>P. Berthier</i>	
35. Sur les hydrates de fer naturels; par M. <i>Kobell</i>	493
36. Observations sur la formation de quelques minerais de fer; par M. <i>Kindler</i>	497
37. Analyse de trois pyrites magnétiques du Valais; par M. <i>P. Berthier</i>	498
38. Analyse de la liévrîte de Hongrie; par M. <i>Wehrle</i>	500
39. Analyse de deux fontes très-arséniées, provenant d'Alger; par M. <i>P. Berthier</i>	501
40. Analyse du sulfate de fer de Nordhausen; par M. <i>P. Berthier</i>	503
41. Analyse du bi-arséniure de nickel du Valais; par M. <i>P. Berthier</i>	504
42. Analyse d'un speiss de cobalt de l'Erzgebirge, en Bohême; par M. <i>Antohn</i>	506
43. Analyse de la tennantite; par M. <i>Kudernatsch</i>	506

44. Analyse d'un minerai de cuivre du Pérou; par M. <i>P. Berthier</i>	508
45. Analyse de la blende cadmifère de Przibram; par M. <i>Löve</i>	509
46. Sur l'analyse du bronze; par le colonel <i>Sobrero</i>	509
47. Analyse du zinc et du sulfate de zinc de Munich; par M. <i>Witstein</i>	512
48. Analyse d'un étain allié; par M. <i>P. Berthier</i>	513
49. Analyse d'une substance employée pour colorer la porcelaine en pourpre; par M. <i>Malagutti</i>	514
50. Analyse d'un phosphate double de plomb et de chaux; par M. <i>Baruel</i>	516
51. Essai d'un minerai de plomb très-riche en argent, de Pontgibaut (Puy-de-Dôme); par M. <i>P. Berthier</i>	517
52. Analyse d'un plomb argentifère d'Alloüe; par M. <i>P. Berthier</i>	518
53. Aperçu sur la composition du veissgültigerz clair de la mine d'Himmelfahrt, en Saxe; par M. <i>Fournet</i>	520
54. Essais de quelques minerais d'argent du Pérou; par M. <i>P. Berthier</i>	522
55. Découverte de minerais iodés au Mexique.	524
56. Composition de diverses monnaies antiques.	524
57. Sur les mines d'or récemment exploitées dans l'Inde.	525

MINÉRALURGIE.

Mémoire sur le moulage de la fonte de deuxième fusion dans le département de la Seine-Inférieure; par M. <i>de Saint-Léger</i> , ingénieur des mines.	279
Notice sur la carbonisation du bois dans les départements des Ardennes et de la Meuse, et détails économiques sur le prix de la façon et des transports; par M. <i>Sauvage</i> , élève-ingénieur des mines.	351

Mémoire sur la substitution dans les hauts-fourneaux du bois en partie carbonisé au charbon préparé en meule dans les forêts; par M. <i>Sauvage</i> , élève-ingénieur des mines.	527
Notice sur le combustible employé dans les usines à fer des départements des Hautes et des Basses-Pyrénées; par M. <i>Lefebvre</i> , ingénieur en chef des mines	575

MÉCANIQUE. — EXPLOITATION.

Note sur l'emploi des câbles plats et des tambours coniques dans l'extraction des minerais par des puits profonds; par M. <i>Combes</i> , ingénieur en chef des mines.	55
Notice sur le ventilateur employé comme machine soufflante des cubilots dans le département de la Seine-Inférieure; par M. <i>de Saint-Léger</i> , ingénieur des mines.	89
Lettre à la commission des Annales des mines, sur un calorifère adapté à la cheminée d'aérage de la mine de houille de Seraing (Belgique); par M. <i>Durieux</i> , ingénieur des mines de la province de Namur.	159
Expériences sur l'écoulement de l'eau par les déversoirs, faites à Toulouse par M. <i>Castel</i> , ingénieur des eaux de la ville (suite et conclusion), communiquées par M. <i>d'Aubuisson</i> , ingénieur directeur des mines.	323
Notice sur le chauffage des machines à vapeur; par M. <i>Cordier</i> , inspecteur général des mines.	341
Notice sur un lit de mine inventé par M. <i>Valat</i> ; par M. <i>Cordier</i> , inspecteur général des mines.	605

ADMINISTRATION.

Jurisprudence des mines; par M. <i>de Cheppe</i>	611
Ordonnance du roi et décisions diverses concernant les mines, rendues pendant le premier semestre de 1837.	643

Décisions sur le personnel.	681
Etat général du personnel des mines, au 1 ^{er} juillet 1837.	685
Commissions de surveillances instituées pour la navigation des bateaux à vapeur.	696
Circulaires adressées à MM. les préfets et à MM. les ingénieurs des mines.	701
—	
Table des matières contenues dans le tome XI.	721
Explication des planches jointes au tome XI.	732
Annonces d'ouvrages relatifs aux sciences et aux arts qui se rapportent à l'exploitation des mines publiés en France, en Angleterre et en Allemagne, pendant le 1 ^{er} semestre de 1837.	j-xviiij

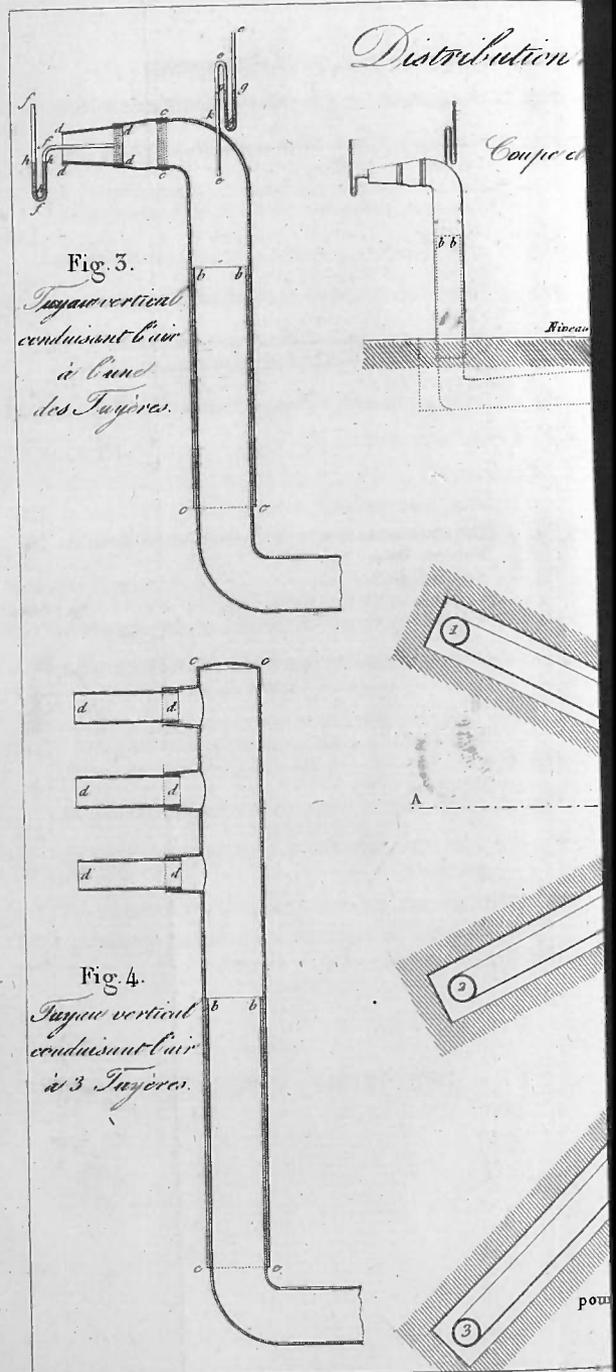
PLANCHES JOINTES AU TOME XI.

	Pages.
<i>Pl. I. — Ventilateur à force centrifuge. Aérage des mines de houille.</i>	89-159
<i>Fig. 1.</i> Coupe et élévation du ventilateur et des tuyaux distributeurs du vent.	90
<i>Fig. 2.</i> Plan du ventilateur et des tuyaux distributeurs du vent.	89
<i>Fig. 3.</i> Tuyau vertical conduisant l'air à l'une des tuyères.	90
<i>Fig. 4.</i> Tuyau vertical conduisant l'air à 3 tuyères.	90
<i>Fig. 5.</i> Buses.	94
<i>Fig. 6.</i> Calorifère adapté à la cheminée d'aérage de la mine de houille de Seraing (Belgique).	159
<i>Pl. II. — Terrains volcaniques des environs de Naples.</i>	113
<i>Fig. 1.</i> Vésuve de Strabon ou Somma.	
<i>Fig. 2.</i> Somma et Vésuve après l'éruption de Pline.	
<i>Fig. 3.</i> Astroni vu du couvent des Camaldoli.	
<i>Fig. 4.</i> Cône du Vésuve avec la bouche qui s'est ouverte sur sa pente, en août 1834.	
<i>Fig. 5.</i> Vue générale du Vésuve avant l'éruption d'août 1834.	
<i>Fig. 6.</i> Vue de l'intérieur du cratère du Vésuve, après l'éruption d'août 1834, prise du Palo.	
<i>Pl. III. — Terrains volcaniques des environs de Naples.</i>	113
<i>Fig. 1.</i> Carte des environs de Naples.	118
<i>Fig. 2.</i> Tuf ponceux régulièrement stratifié. Descente vers Nisita.	123
<i>Fig. 3.</i> Tuf ponceux en couches contournées, mais régulières, au cap Misène.	125
<i>Fig. 4.</i> Couches de tuf ponceux pisolitique alternant avec des couches de ponce et des couches argiloïdes, à l'île d'Ischia.	125
<i>Fig. 5.</i> Constructions romaines, recouvertes par des dépôts sédimentaires dans la baie de Pouzzol.	138
<i>Fig. 6.</i> Intercallation du trachyte dans le tuf ponceux de Pianura.	142
<i>Fig. 7.</i> Disposition des couches de tuf ponceux et du trachyte, entre Pianura et le lac d'Agnano.	143
<i>Fig. 8.</i> Monticule de trachyte au centre du cratère de soulèvement d'Astroni.	145

<i>Fig. 9.</i> Tuf ponceux pisolitique recouvrant le trachyte de la Solfatare.	146
<i>Fig. 10.</i> Relation du trachyte et du tuf de la Solfatare.	145
<i>Fig. 11.</i> Disposition du trachyte à la Punta-Negra.	148
<i>Pl. IV. — Moulage de la fonte de deuxième fusion.</i>	279
<i>Fig. 1.</i> Dispositions générales des ateliers principaux d'une fonderie pour la fonte de deuxième fusion.	280
<i>Fig. 2, 3 et 4.</i> Plan, élévation et coupe des fours à coke et de la sécherie.	283
<i>Pl. V. — Moulage de la fonte de deuxième fusion.</i>	279
<i>Fig. 1 à 6.</i> Détails relatifs à la construction du moule d'une chaudière à sucre.	293
<i>Fig. 7 à 10.</i> Détails relatifs à la construction du moule d'une cornue à gaz.	298
<i>Fig. 11.</i> Fourneau à la Wilkinson.	303
<i>Pl. VI. Distributeur fumivore pour le chauffage des machines à vapeur.</i>	341
<i>Fig. 1.</i> Coupe transversale de l'appareil et du fourneau.	344
<i>Fig. 2.</i> Élévation antérieure de l'appareil.	344
<i>Fig. 3.</i> Élévation latérale suivant VX de fig. 2.	344
<i>Fig. 4.</i> Élévation latérale suivant YZ de fig. 2.	344
<i>Fig. 5.</i> Détails des projecteurs.	344
<i>Pl. VII. — Distributeur fumivore pour le chauffage des machines à vapeur. — Détails relatifs au mouvement oscillatoire des barreaux de la grille.</i>	348
<i>Fig. 1.</i> Coupe transversale du foyer et de la chaudière.	348
<i>Fig. 2.</i> Élévation et coupe longitudinale suivant VXYZ de fig. 1.	348
<i>Pl. VIII. Terrains volcaniques des environs de Naples.</i>	389
<i>Fig. 1.</i> Coupe du Vésuve et de la Somma d'Ottajano à Resina et à Herculanium.	371
<i>Fig. 2.</i> Coupe du Vésuve et de la Somma de Santa-Anastasia à la Nunziatella.	371
<i>Fig. 3.</i> Stratification du tuf ponceux près du Salvatore.	374

- Fig. 4. Disposition en plan de la coulée du 28 août 1834. 400
 Fig. 5. Disposition des laves cristallines aux carrières du Granatello. 413
 Fig. 6. Carrière du Granatello dans laquelle on voit la partie inférieure de la lave reposer sur le sol. 413
 Fig. 7 et 8. Textures des laves aux carrières de la Scala. 416
 Fig. 9. Coupe du Fosso-Grande dans sa partie supérieure. 418
 Fig. 10. Coupe longitudinale du Fosso-Grande. 418
 Fig. 11. Coulées successives de laves cristallines au Fosso-Grande. 418
 Fig. 12. Coupe du tuf à l'amphithéâtre de Pompéï. 423
- Pl. IX. Carte du Vésuve. 372
- Pl. X. Fusion des minerais de fer à l'aide du bois en partie carbonisé. 527
- Fig. 1. Élévation antérieure des fours pour la dessiccation du bois. 567
 Fig. 2. Coupes horizontales à diverses hauteurs. 568
 Fig. 3. Coupes longitudinales. 569
 Fig. 4. Coupe transversale par le milieu d'un four. 569
- Pl. XI. Fusion des minerais de fer à l'aide du bois en partie carbonisé. 527
- Fig. 5. Coupe transversale des fours pour la dessiccation du bois entre deux fours contigus . . . 570
 Fig. 6 à 14. Détails des plaques de fonte qui composent un four. 567
 Fig. 15 et 16. Lame qui supporte la maçonnerie de devant des cheminées. 568
 Fig. 17 à 20. Chariot pour transporter les charges au gueulard. 539
- Pl. XII. Lit de mine ou appareil pour transporter les mineurs blessés ou asphyxiés. 605
 Fig. 1 à 14. Détails du lit de mine. 609

FIN DU TOME ONZIÈME.



Distribution du Vent lancé par un Ventilateur à force centrifuge.

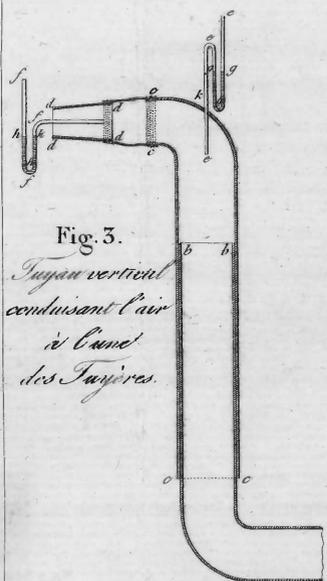


Fig. 3.
Tuyaau vertical
conduisant l'air
à l'une
des Tuyères.

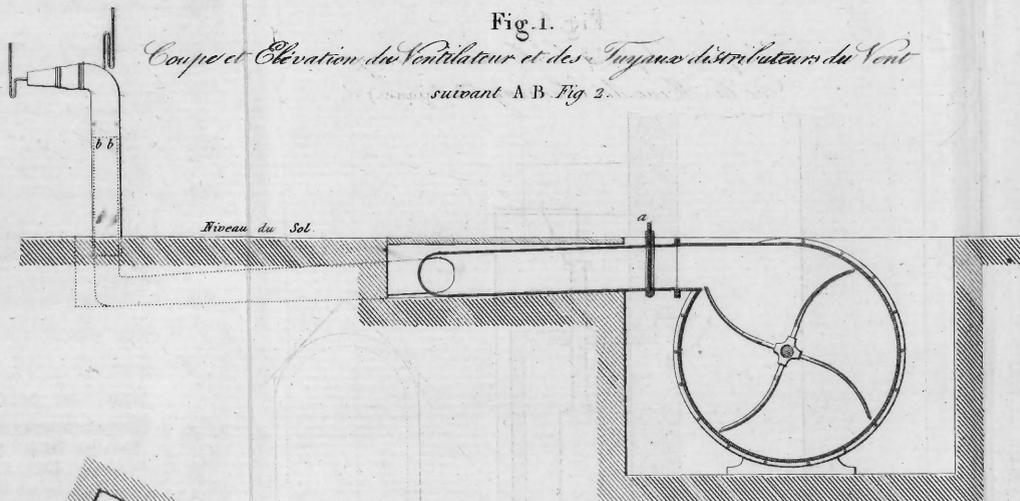


Fig. 1.
Coupe et Elevation du Ventilateur et des Tuyaux distributeurs du Vent
suivant A B Fig. 2.

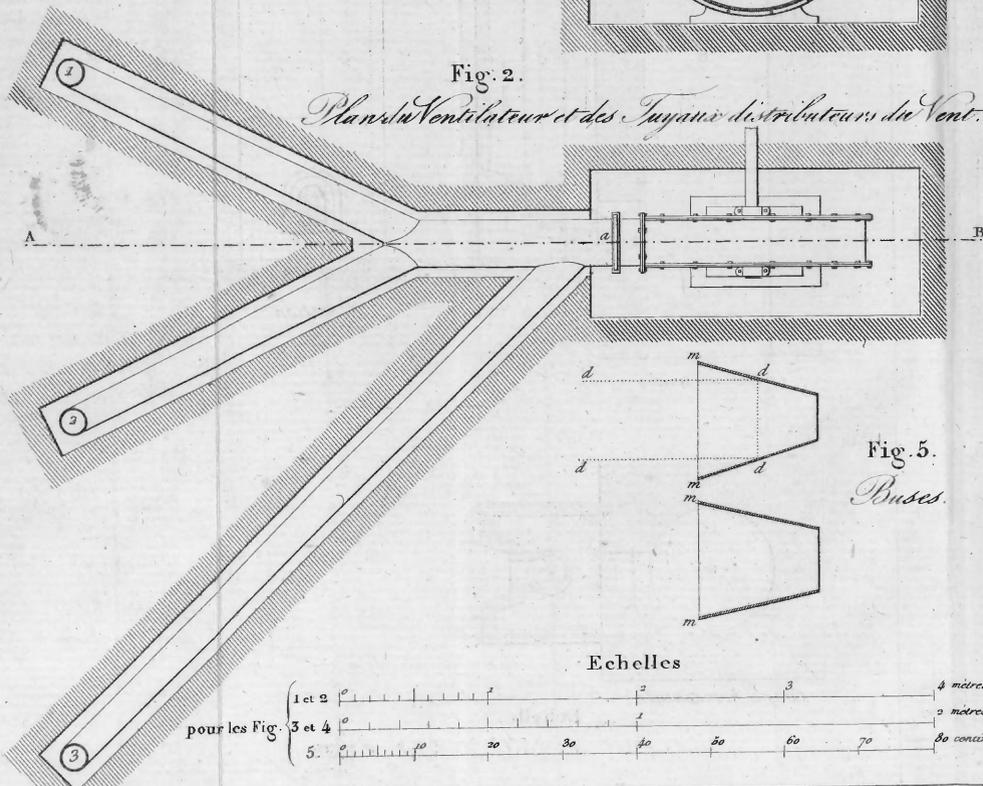


Fig. 2.
Plans du Ventilateur et des Tuyaux distributeurs du Vent.



Fig. 4.
Tuyaau vertical
conduisant l'air
à 3 Tuyères.

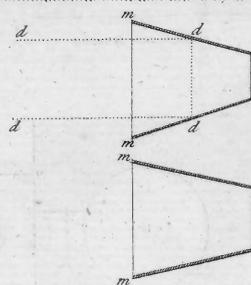


Fig. 5.
Buses.

Echelles

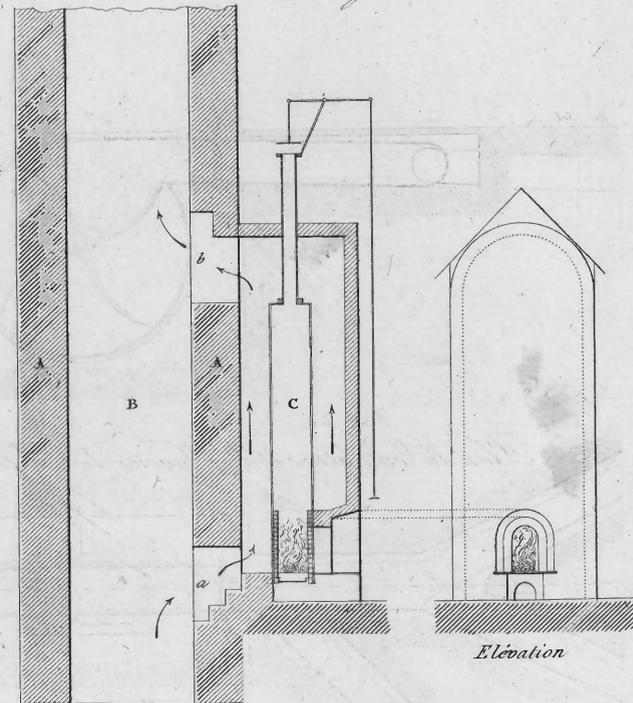


pour les Fig. 3 et 4.
5.

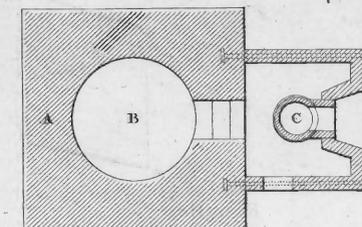
Airage des Mines de Houille.

Fig. 6.

*Calorifère adapté à la cheminée d'aérage
De la Mine de Lensing (Belgique.)*



Coupe verticale



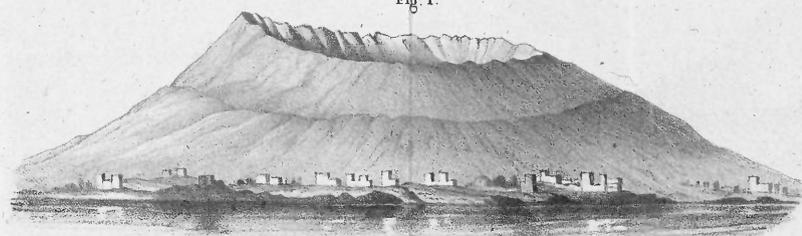
Coupe horizontale

Echelle.



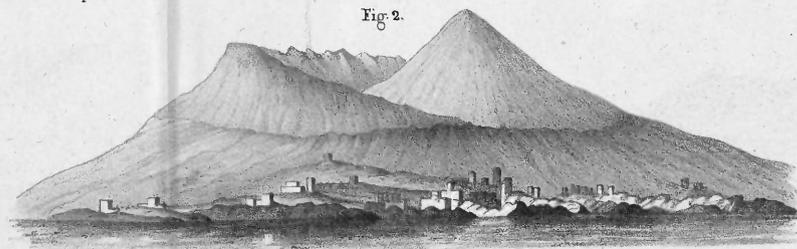
Terrain Volcanique des environs de Naples.

Fig. 1.



Vésuve de Saabon ou Somma.

Fig. 2.



Somma et Vésuve après l'éruption de Plin.

Fig. 4.



Cône du Vésuve avec la bouche (x) qui s'est ouverte sur sa pente en août 1834.

Fig. 3.



Astroni, vu du Couvent des Camaldoli.

Fig. 5.

Vue générale du Cratère du Vésuve avant l'éruption d'août 1834.

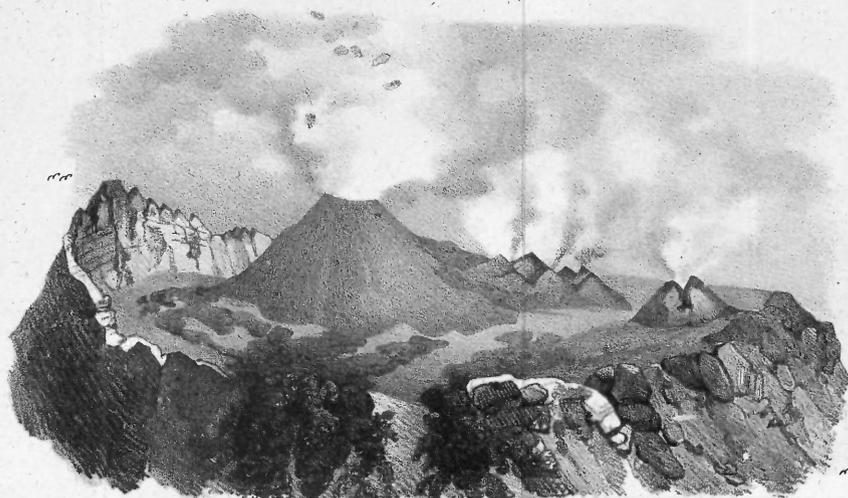


Fig. 6.

Vue de l'intérieur du Cratère du Vésuve après l'éruption d'août 1834, près du Palo.

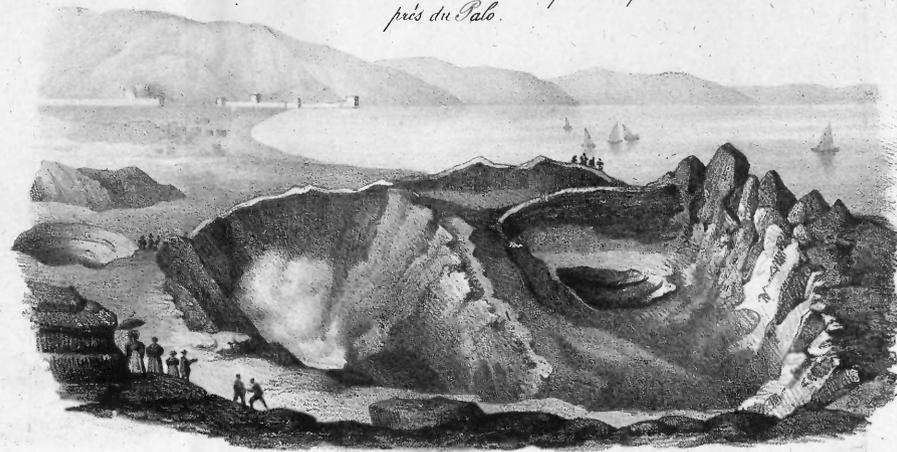
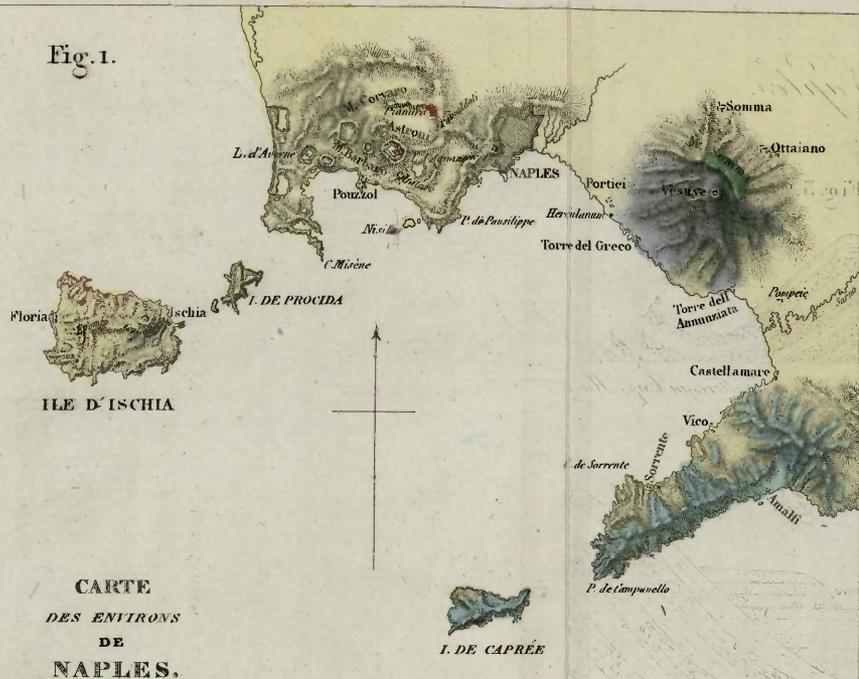


Fig. 1.



Terrains volcaniques des environs de Naples.

Fig. 2.

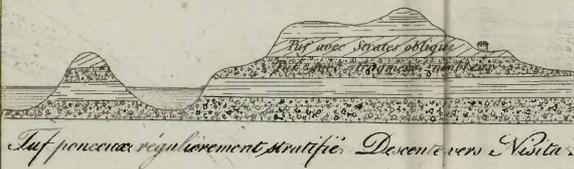


Fig. 5.



Fig. 4.

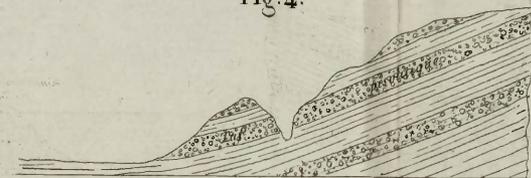


Fig. 5.

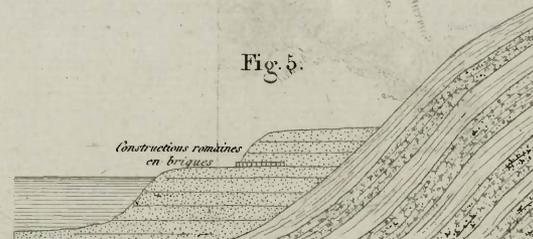


Fig. 6.

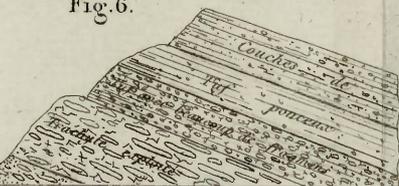


Fig. 7.

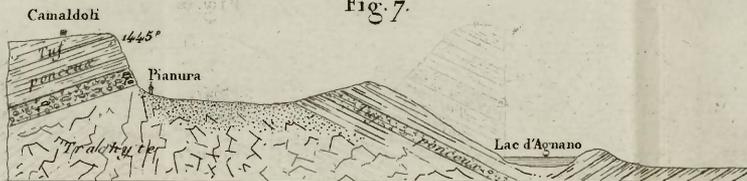
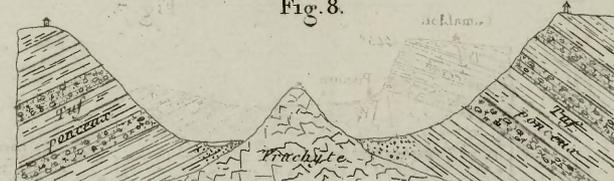


Fig. 8.



Intercalation du Trachyte dans le Tuf ponceux à P. de Campello.

Disposition des couches de Tuf ponceux et des Trachyte entre Pianura et le Lac d'Aviano.

Monticule de Trachyte au centre du cratère de soulèvement d'Astroni.

Indication des Couleurs de la Carte Fig. 1.

- Laves amphitétriques
- Tuf ponceux
- Trachyte des Champs Phlégréens
- Laves modernes
- Calcaire secondaire jurassique et crétacé

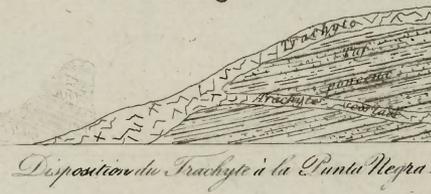
Fig. 9.



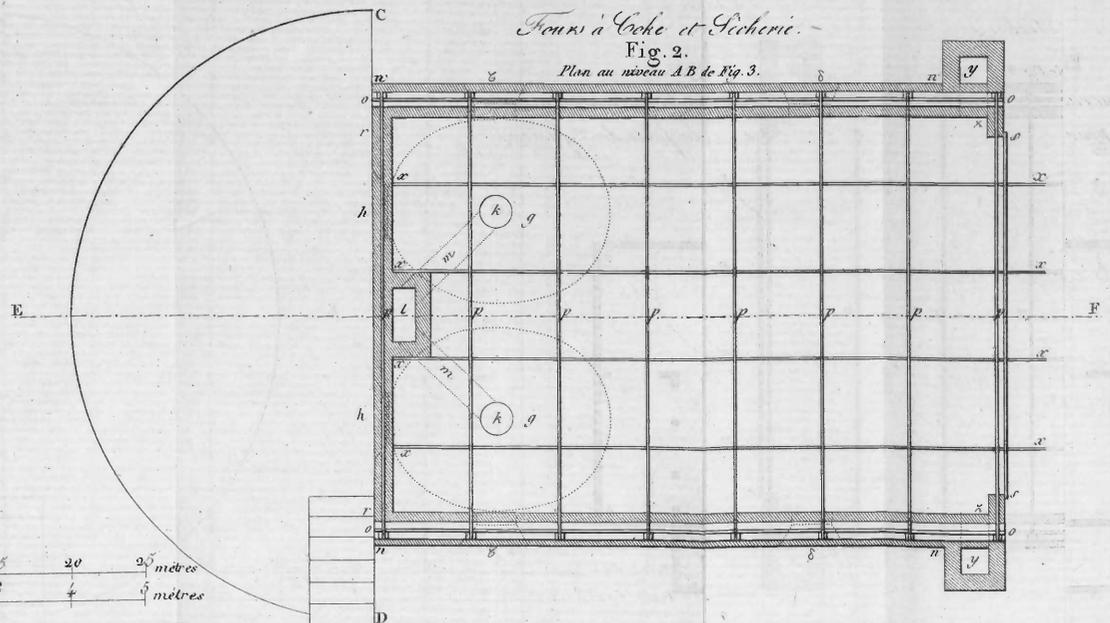
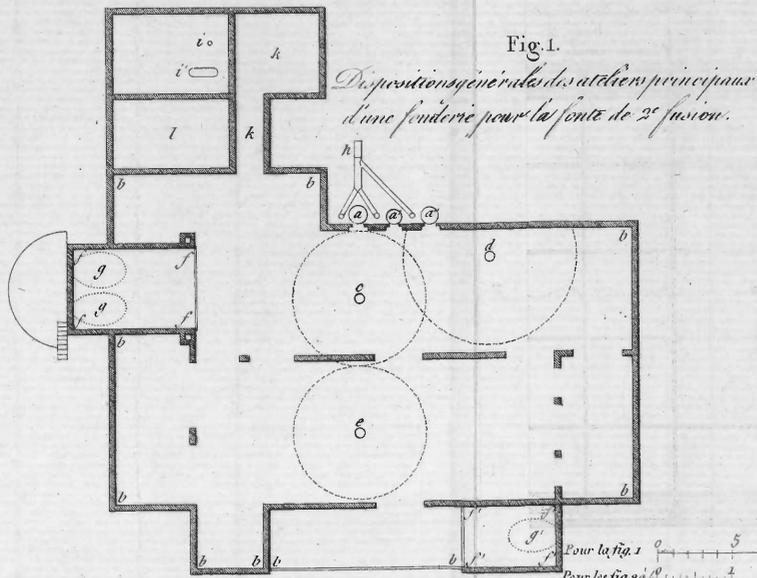
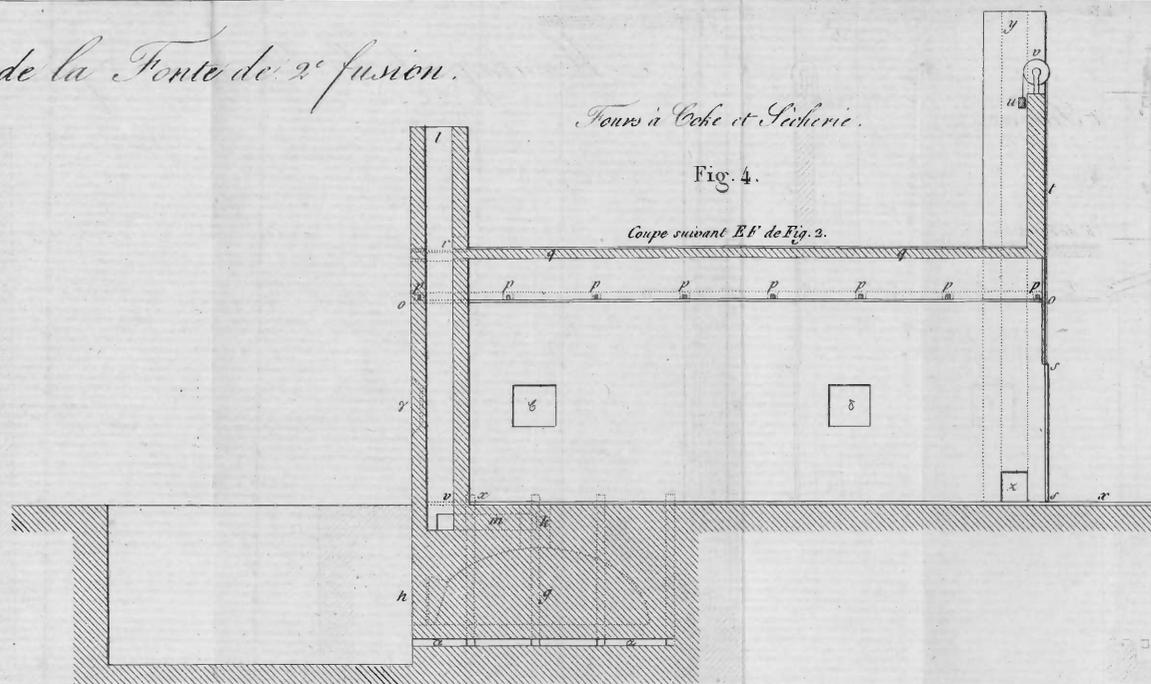
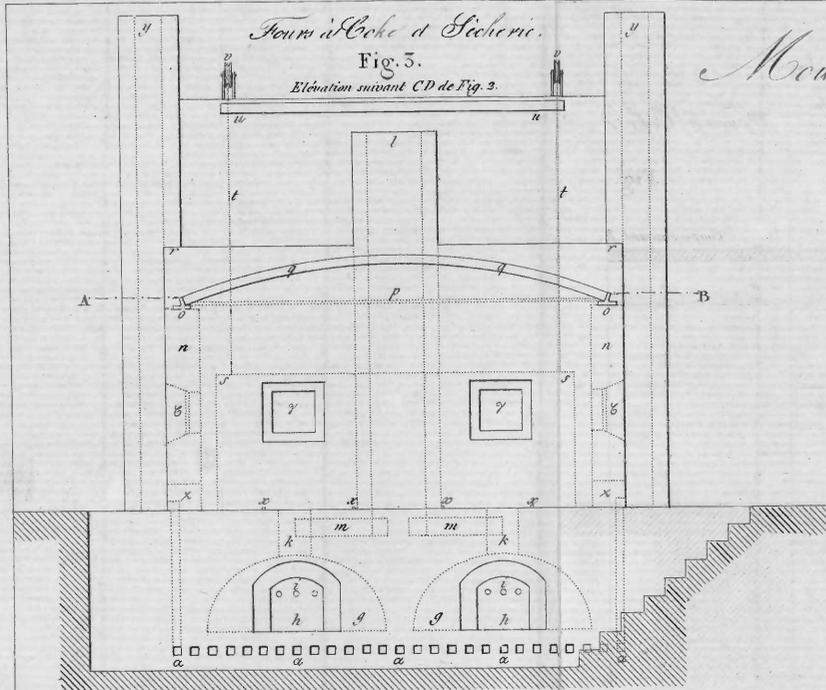
Fig. 10.



Fig. 11.



Moulage de la Fonte de 2^e fusion.



Echelles
 Pour la fig. 1 0 5 10 20 25 mètres
 Pour les fig. 2 & 4 0 2 4 6 mètres

Moulages de la Fonte de 2^e fusion.

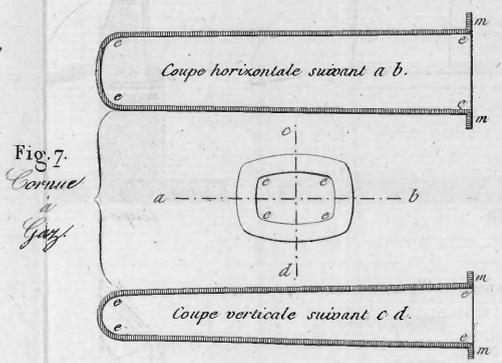
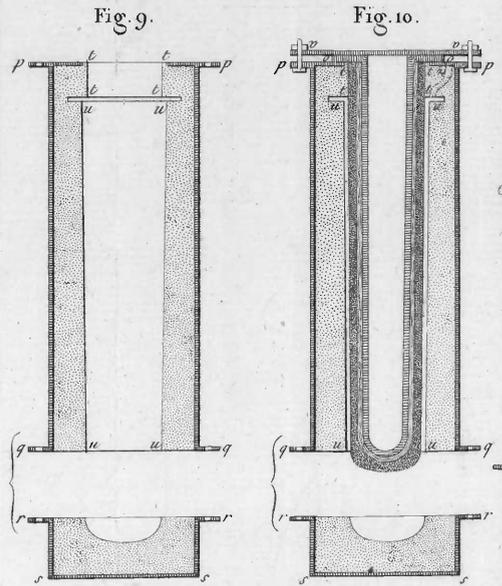
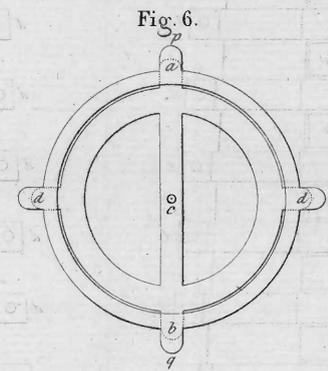
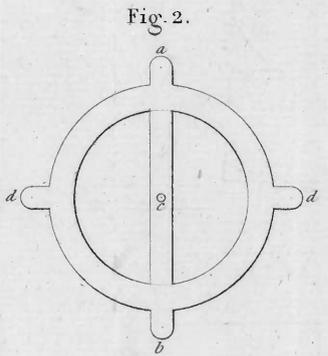
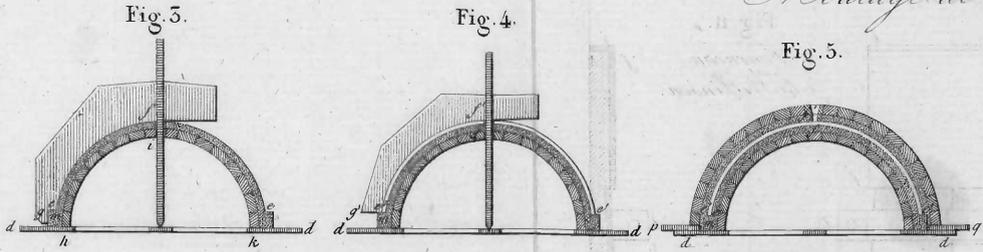
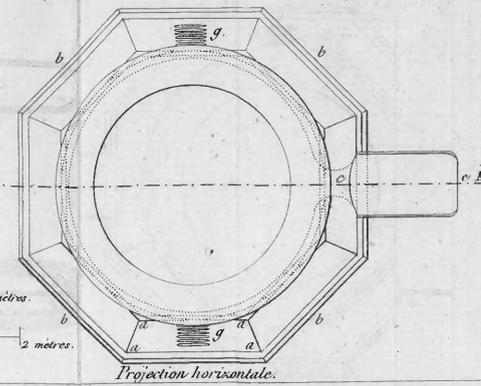
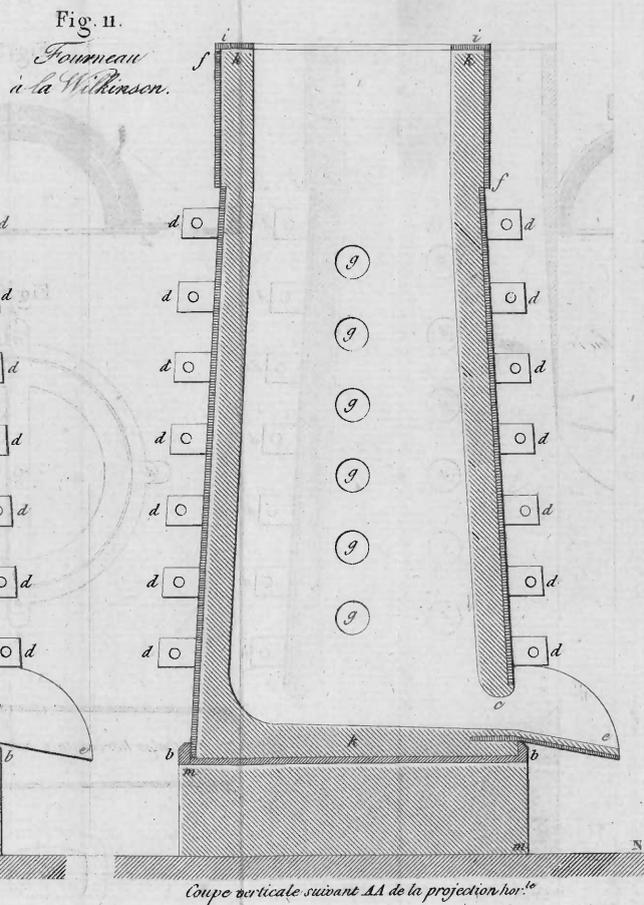
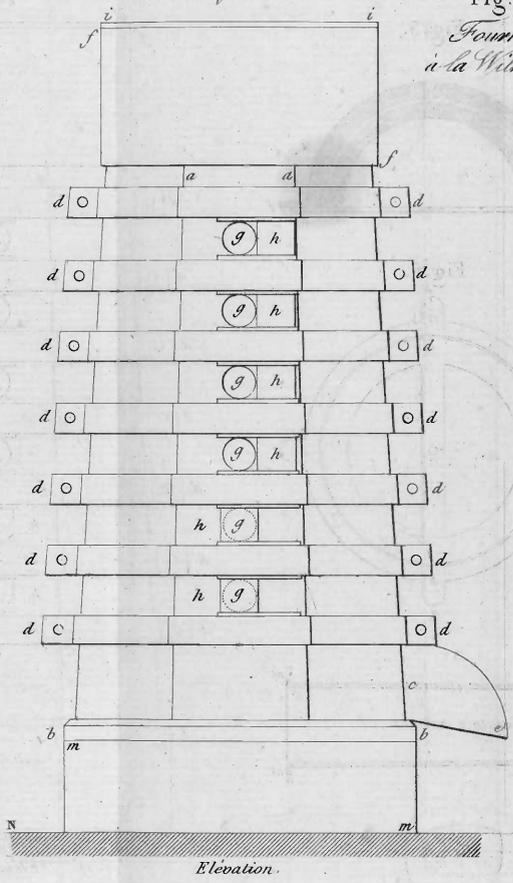


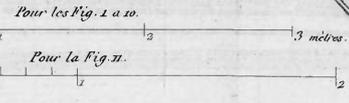
Fig. 7.
Cornue
à gaz.



Explication des hachures pour les Fig. 1 à 10.

- Fer ou Fonte.
- Terre.
- Bois.
- Sable.
- Briques.
- Poin.

Echelles.



Distributeur fumivore pour le chauffage des machines à vapeur.

Fig. 1.

Coupe transversale de l'appareil et du Fourneau.

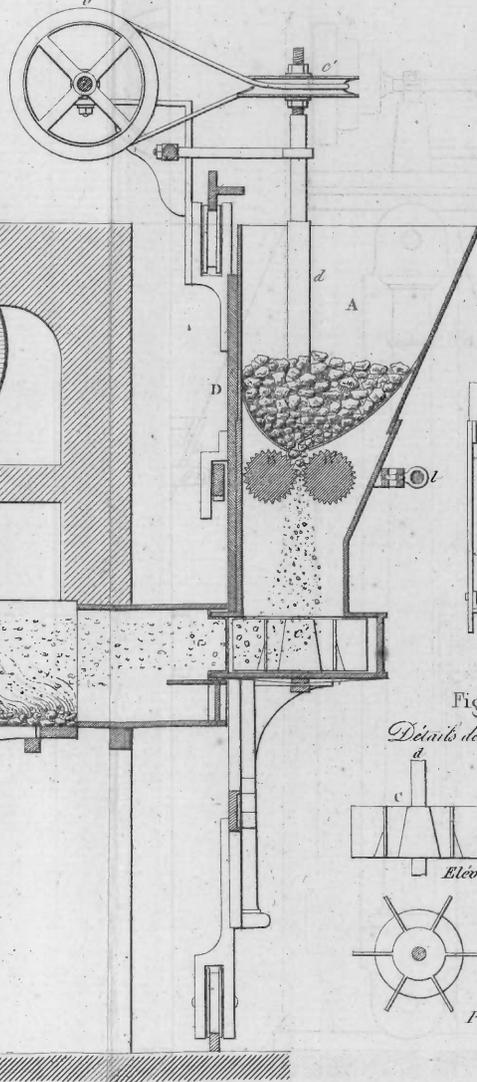


Fig. 2.

Élévation antérieure de l'appareil.

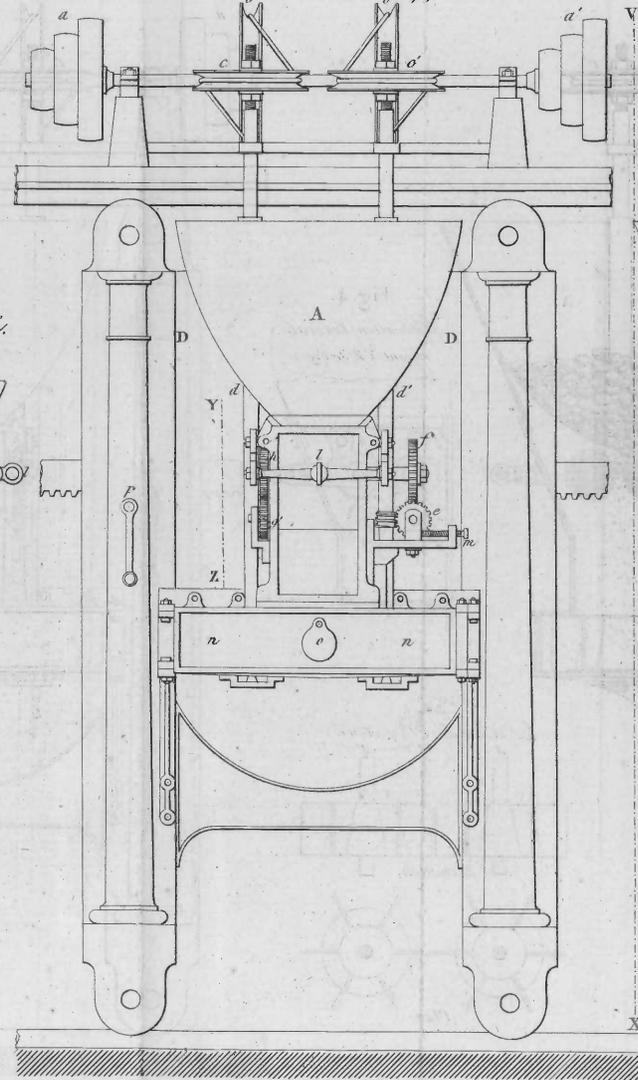


Fig. 3.

Élévation latérale suivant VX de Fig. 2.

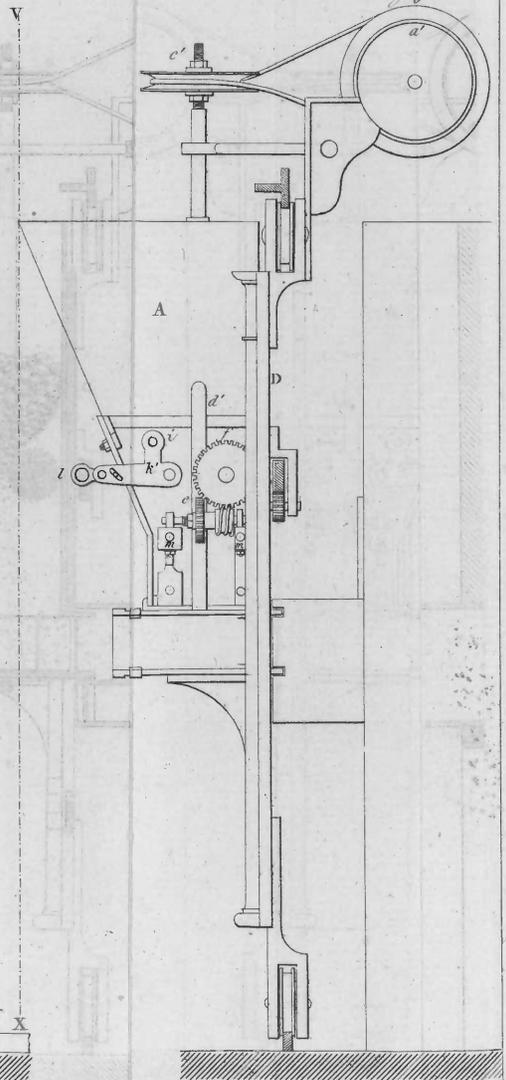


Fig. 4.

Élévation latérale suivant YZ de Fig. 2.

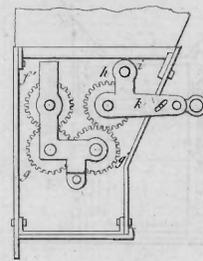
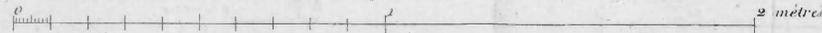
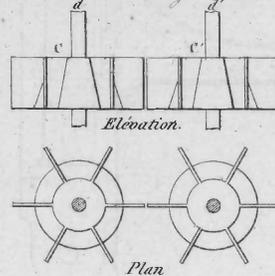


Fig. 5.

Détails des Projecteurs.



*Distributeur fumivore pour le chauffage des machines à vapeur.
Détails relatifs au mouvement oscillatoire des barreaux de la Grille.*

Fig. 1.

Coupe transversale du foyer et de la Chaudière.

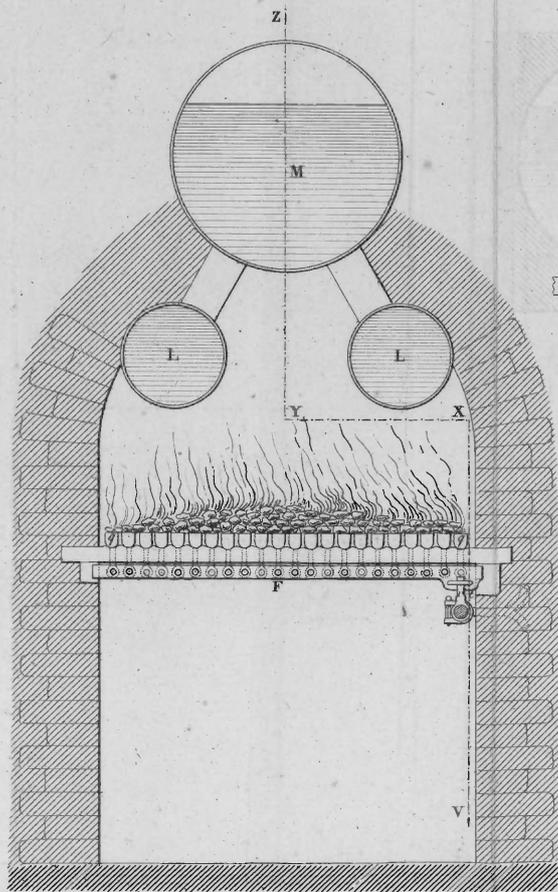
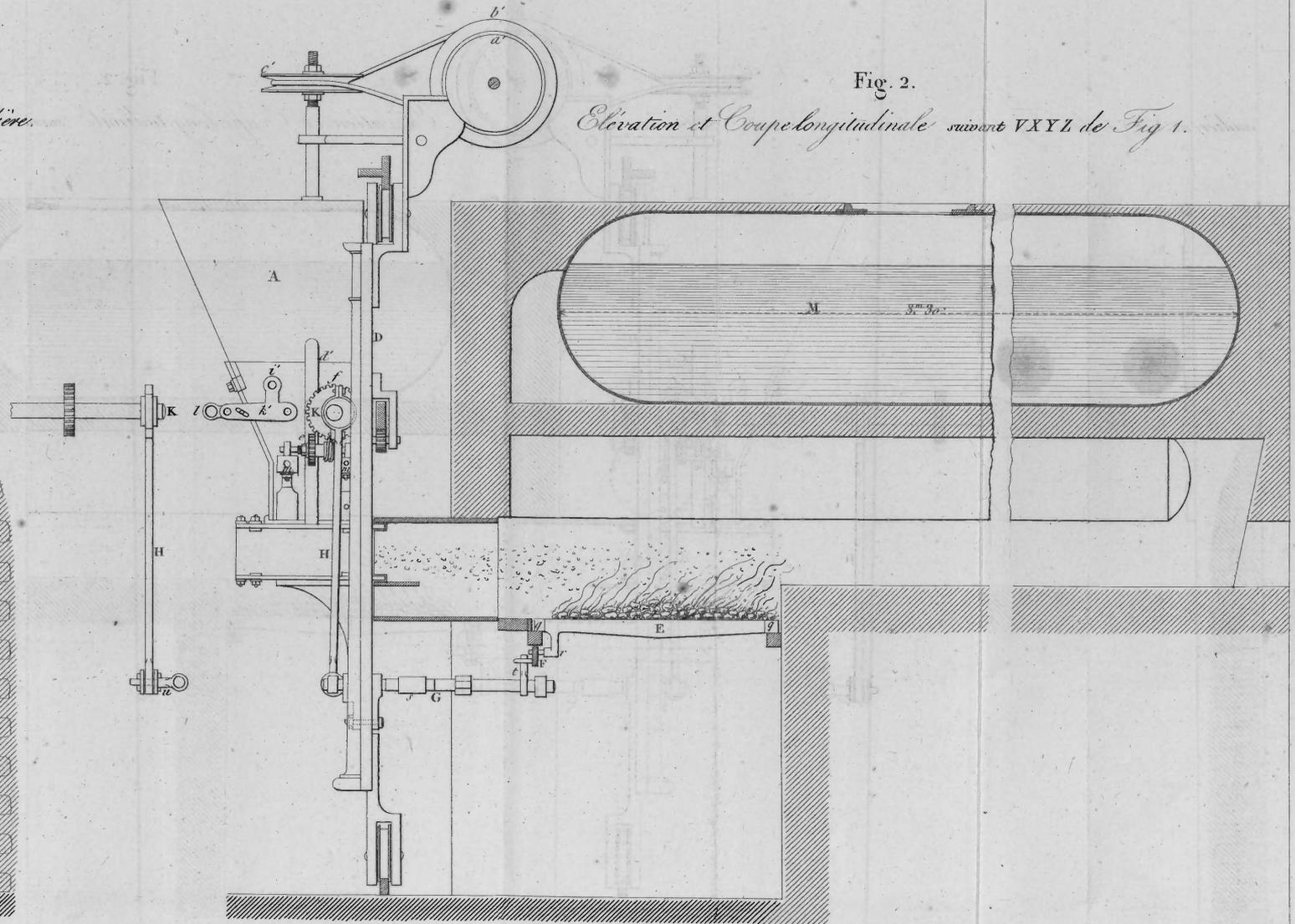


Fig. 2.

Elevation et Coupe longitudinale suivant VXYZ de Fig. 1.

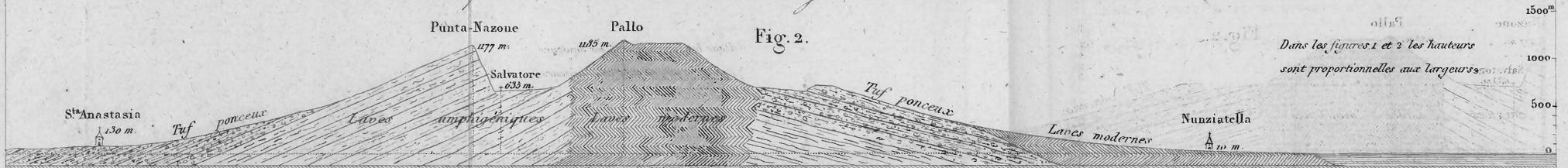


2 mètres.

Terrains volcaniques des environs de Naples.

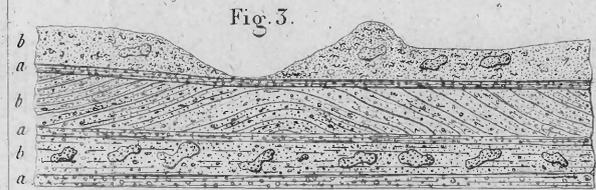


Coupe du Vesuve et de la Somma d'Ottajano à Resina et à Herculaneum.

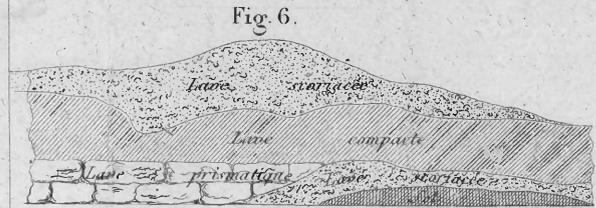


Coupe du Vesuve et de la Somma de S. Anastasia à la Nunziatella.

Dans les figures 1 et 2 les hauteurs sont proportionnelles aux longueurs.



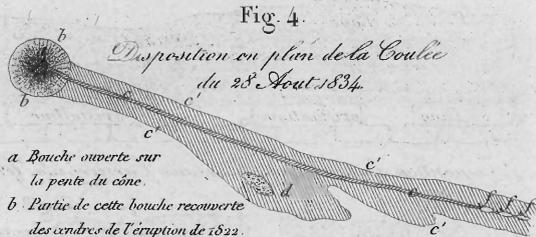
Stratification régulière du Tuf ponceux près du Salvatore.



Carrière du Granatello dans laquelle on voit la partie inférieure de la lave reposer sur le sol.

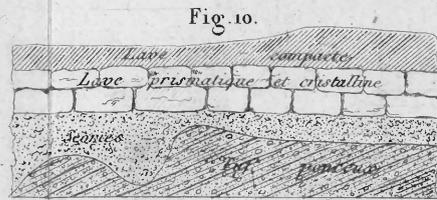


Coupe du Fosso Grande dans sa partie supérieure.

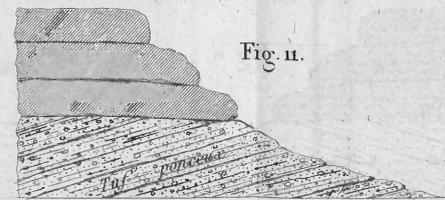


Disposition en plan de la Coulée du 28 Août 1834.

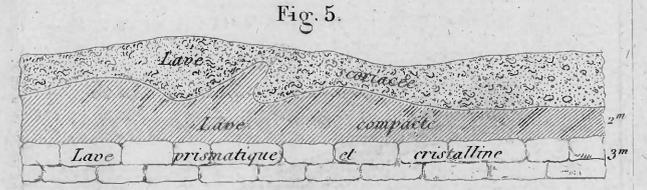
Nota. Les largeurs et les longueurs ne sont pas en proportion.



Coupe longitudinale du Fosso Grande.



Coulées successives de laves cristallines au Fosso Grande.



Disposition des laves cristallines aux Carrières du Granatello.

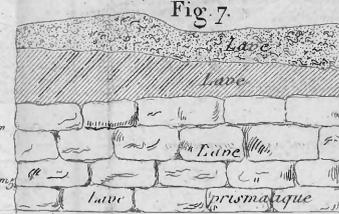


Fig. 7.

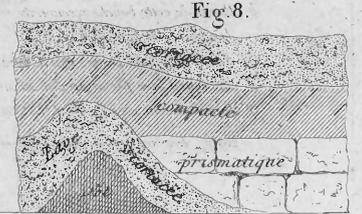
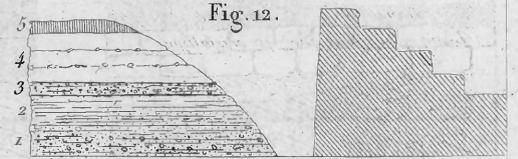
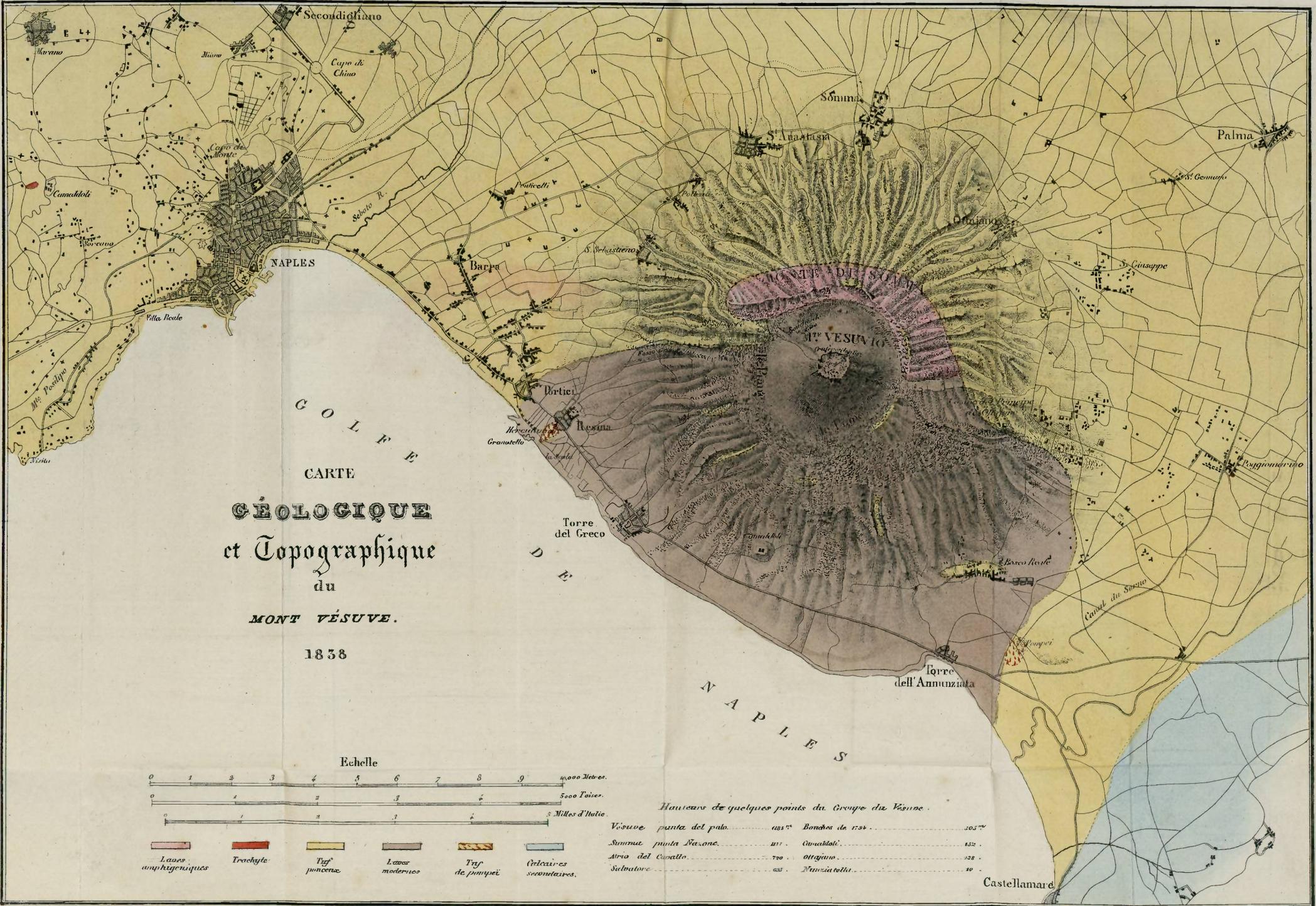


Fig. 8.

Textures des laves aux Carrières de la Scala.



Coupe du Tuf à l'amphithéâtre de Pompéii.



Fusion des minerais de Fer à l'aide du Bois en partie carbonisé.

Fig. 1.
Elevation antérieure des fours pour la dessiccation du bois.

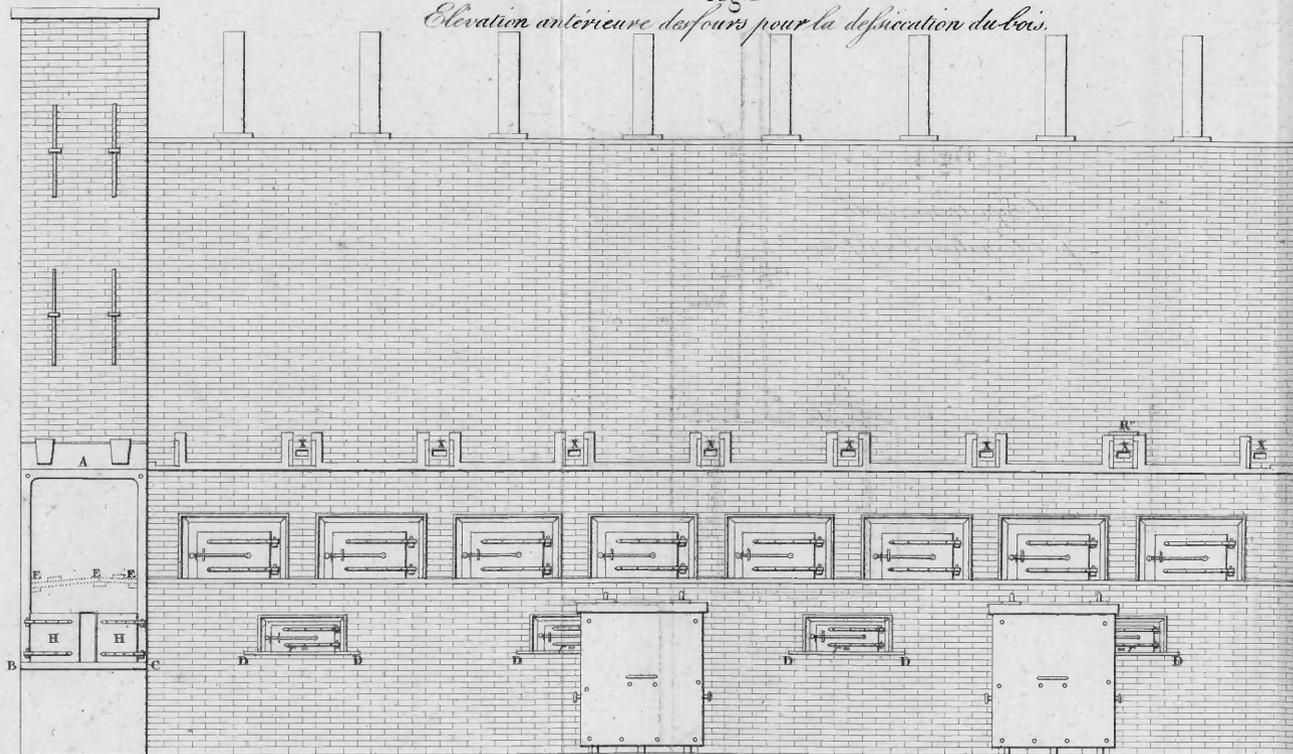


Fig. 4.

Coupe transversale par le milieu d'un four.

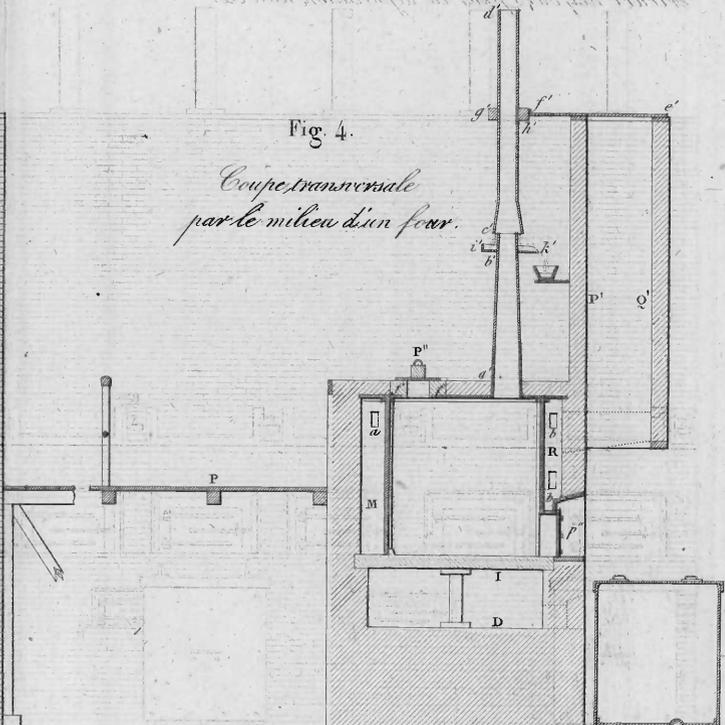


Fig. 2.
Coupes horizontales à diverses hauteurs.

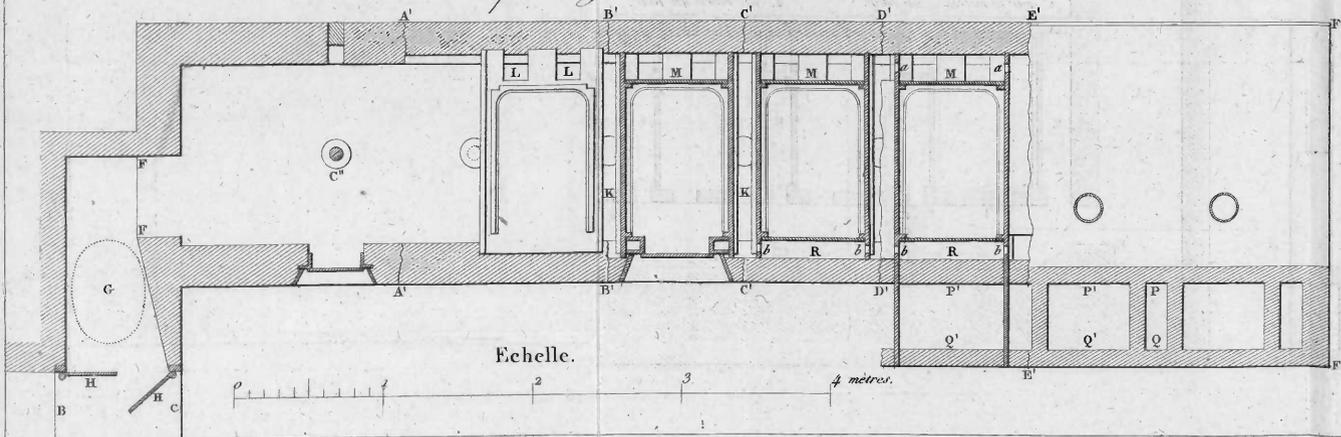
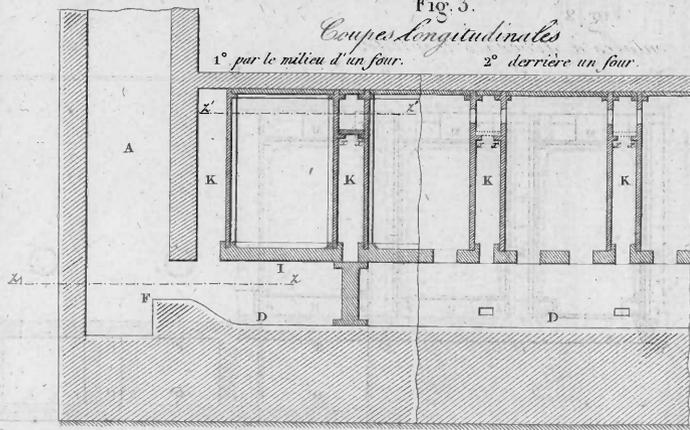


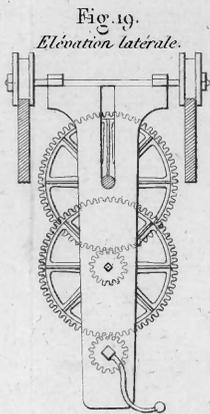
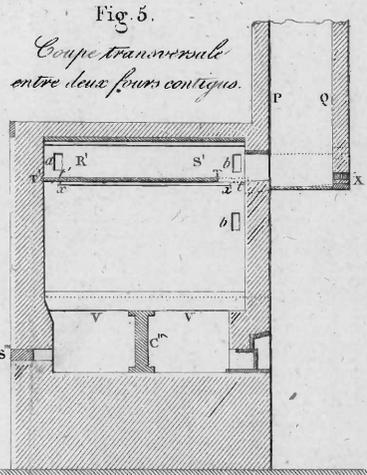
Fig. 5.

Coupes longitudinales

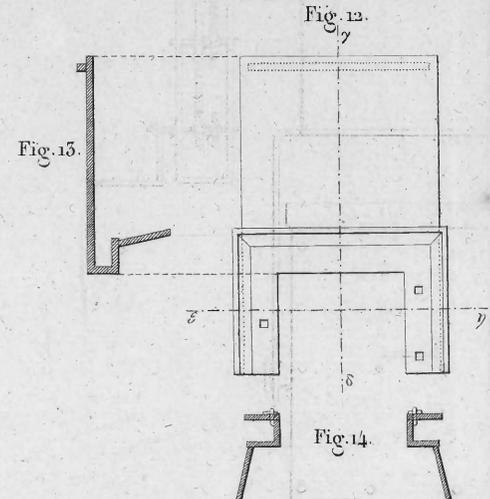
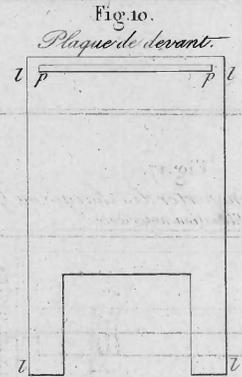
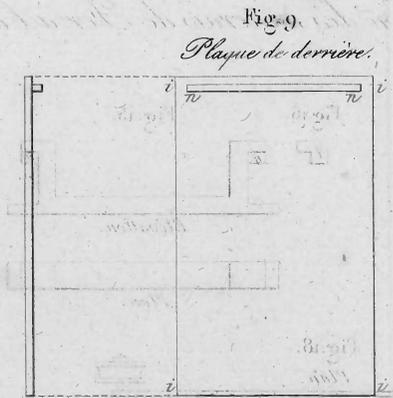
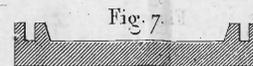
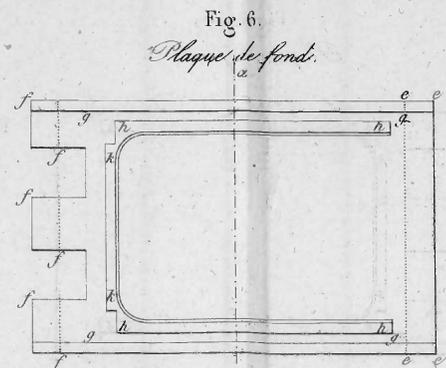
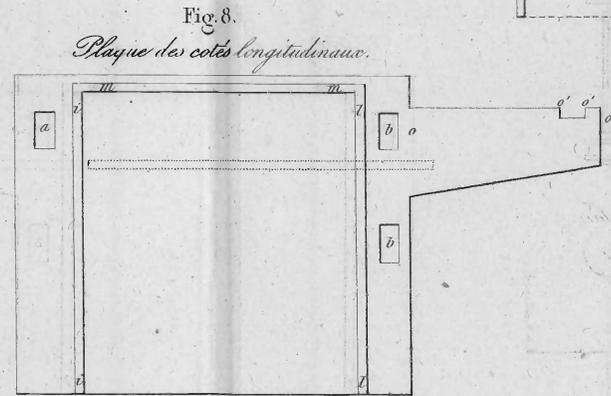
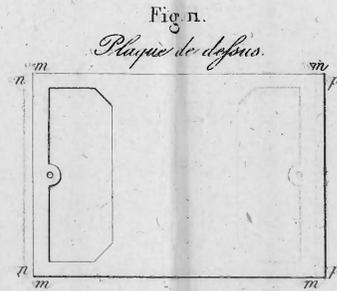
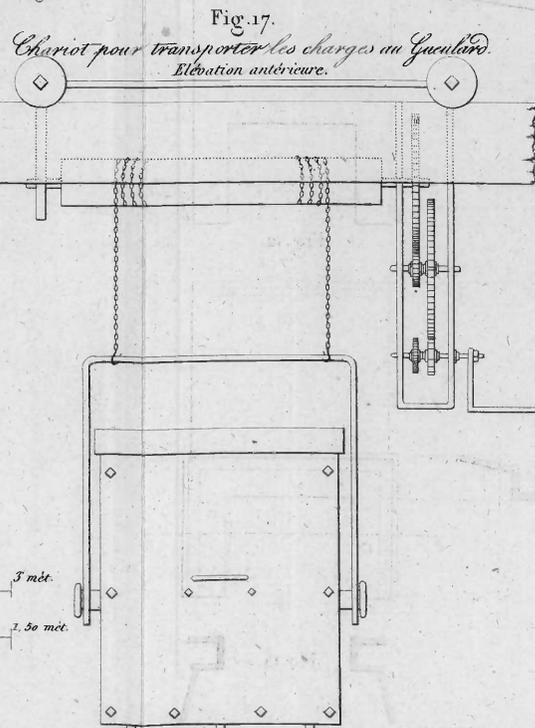
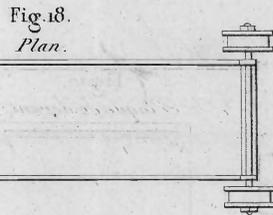
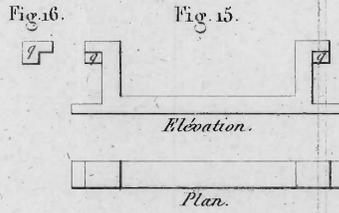
1° par le milieu d'un four. 2° derrière un four.



Fusion des minerais de Fer à l'aide du Bois en partie carbonisé.



Echelle pour les Fig. 5 à 16. 3 mèt.
Echelle pour les Fig. 17 à 20. 1.50 mèt.



Lit de mine ou appareil pour le transport des mineurs blessés ou asphyxiés.

Fig. 1.

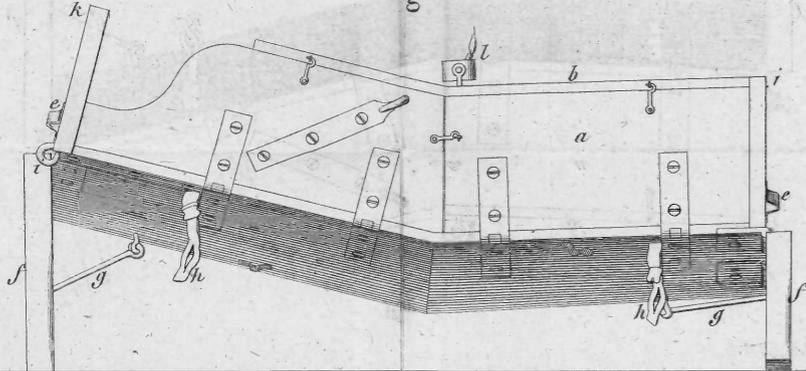


Fig. 4.

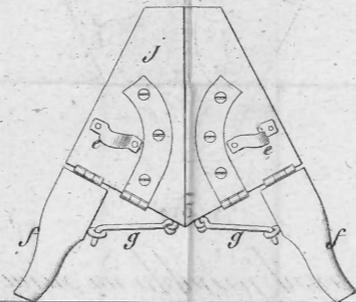


Fig. 7.

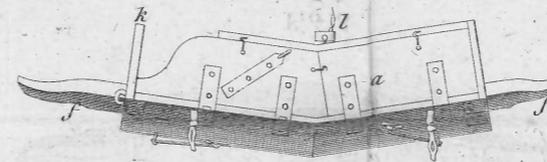


Fig. 8.

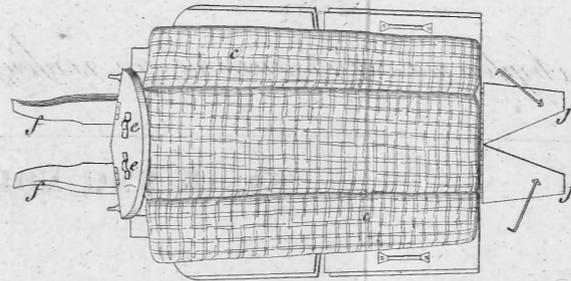


Fig. 9.

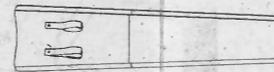


Fig. 10.

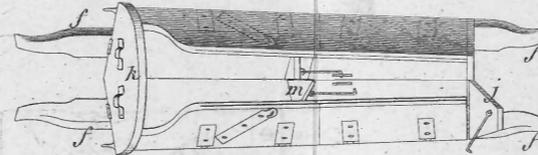


Fig. 11.

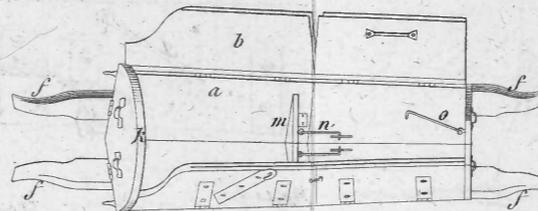


Fig. 12.

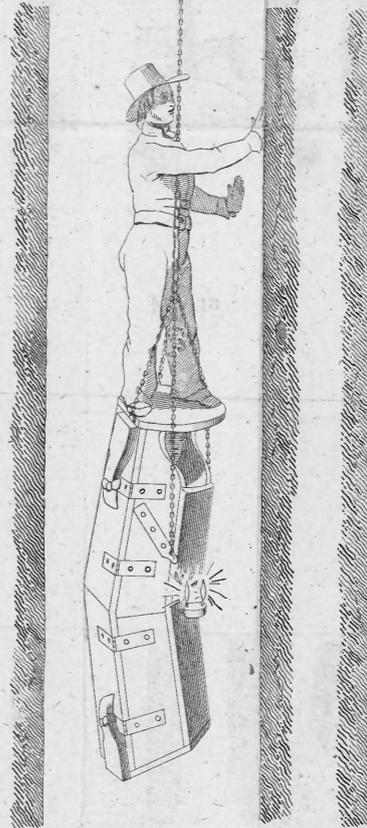


Fig. 13.

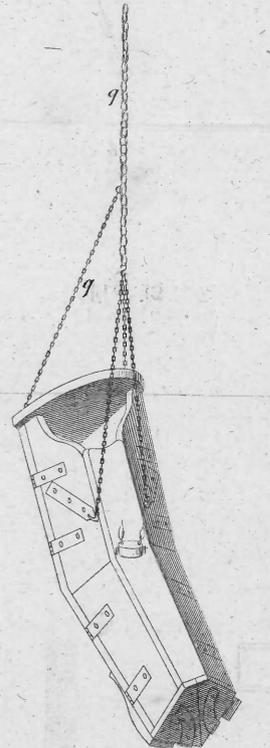


Fig. 2.

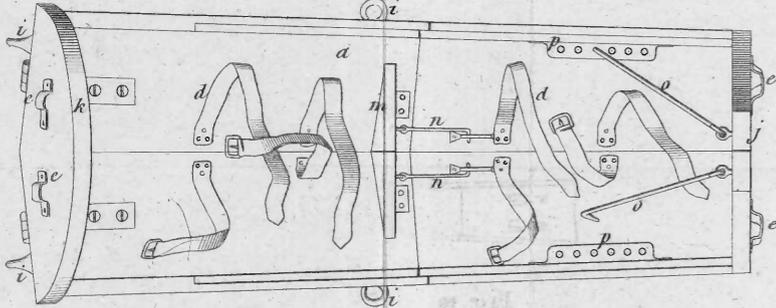


Fig. 5.

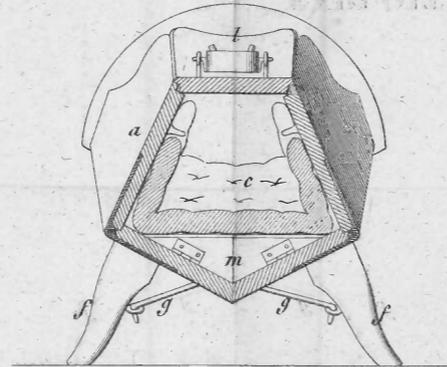


Fig. 3.

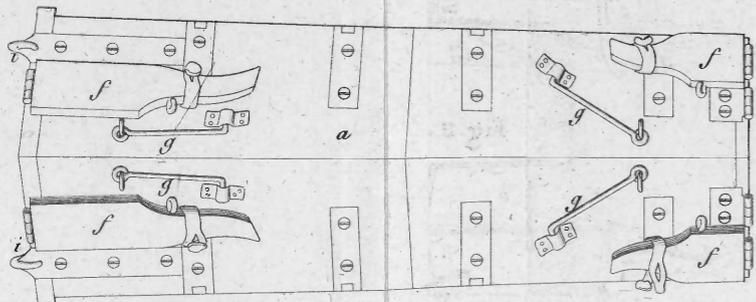


Fig. 6.

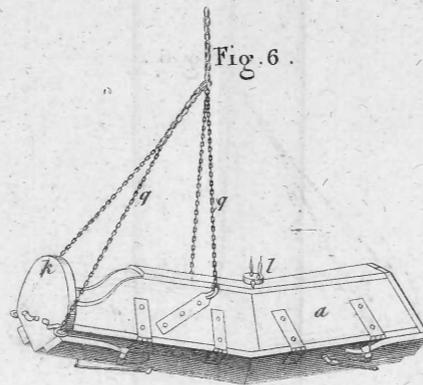
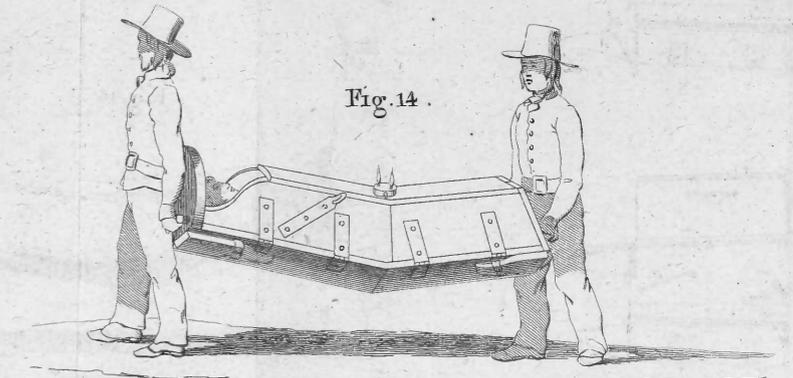


Fig. 14.



Echelle pour les Fig. 1 à 5. 0 1 2 3 4 5 Pieds.
Echelle pour les Fig. 6 à 14. 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 Pieds.