

ANNALES  
DES MINES,

OU

RECUEIL

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

*Rédigés par le Conseil général des Mines,*

PUBLIÉS

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

DEUXIÈME SÉRIE.

—ooo—  
TOME III.  
—ooo—

A PARIS,

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

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

1828.

---

## NOUVEL AVIS

A MM. LES SOUSCRIPTEURS.

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

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

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

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

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

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

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

---

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

## NOTE

Sur le gisement des minerais de fer au Hartz ;

PAR M. AUGUSTE PERDONNET,

Ancien Elève de l'École polytechnique et de l'École des Mines.

Le gisement des minerais de fer du Hartz étant assez compliqué, nous ne donnerons sur ce sujet qu'un petit nombre de nos propres observations; nous prendrons pour base de cette description l'ouvrage qu'a publié récemment, sur la géognosie de la partie orientale du Hartz, M. Zincken, directeur des mines et usines de la principauté d'Anhalt-Bernbourg et savant distingué de l'Allemagne.

Entre la vallée de l'Elbe et celle du Weser un groupe de terrains anciens se montre au milieu des terrains secondaires; la forme en est à peu près elliptique; le grand axe de l'ellipse, long d'environ 18 myriamètres, se dirige de l'E.-N.-E. à l'O.-S.-O.; le petit axe est long d'environ 2 myriamètres. (V. la Carte géognostique de M. Omalius d'Halloy.) Le Hartz comprend toute l'étendue de ce groupe; le sol en est montagneux; le granit s'élève au centre, et forme la plus haute cime, qui a reçu le nom de Broken. Il remplit, avec d'autres roches qui lui paraissent subordonnées ou contemporaines, un espace à peu près circulaire, entouré de tous côtés par un terrain de

Coup-d'œil  
sur l'ensem-  
ble des ter-  
rains du  
Hartz.

schiste et de grauwacke, qui constitue des cimes moins élevées. Ce terrain s'abaisse jusqu'aux formations secondaires, graduellement du côté de l'Est, mais rapidement du côté du Nord et de l'Ouest. Le granit s'élève à peu près deux fois autant au-dessus de la formation schisteuse qui s'étend à l'Est, que celle-ci au-dessus du pays plat secondaire. Dans la partie orientale du Hartz, des masses de granit interrompent la formation schisteuse, au Ramberg et à la Rosstrap (voy. la carte du Hartz de l'ouvrage de M. de Villefosse), des masses de porphyre à l'Auerberg, des masses de calcaire à Elbingerode. Dans la partie occidentale et vers la limite du terrain de transition paraît la cime calcaire de l'Iberg près de Grund. Au sud du Hartz, du côté de Lautenberg, le terrain de schiste et grauwacke est recouvert par le terrain de grès rouge et porphyre; ils'enfoncent à l'Ouest, vers Blankenbourg, sous des grès rapportés au quadersandstein, au Nord, vers Goslar, sous la formation de muschelkalk et, et à l'Ouest, vers Osterode, sous des calcaires fétides et du gypse.

Du terrain primitif ou d'âge douteux.

L'âge du granit du Hartz est incertain; M. de Bonnard (*Annales des Mines*), cite plusieurs faits qui pourraient conduire à le ranger parmi les terrains de transition. On regarde comme de même formation, 1°. des roches pétrosiliceuses (*hornfels*), composées de feldspath, quartz et tourmaline (*gemeinem schörl*), et quelquefois aussi de mica; 2°. des roches de quartz (*quarzfels*), que l'on voit, dans la partie orientale du Hartz, recouvrir immédiatement soit la roche pétrosiliceuse, soit le granit; 3°. des grünsteins, caractérisés par la présence du fer titané (*titaneisenstein*); 4°. enfin, des *thonschiefer* alternant

avec des jaspes schistoïdes (*kieselschiefer*), des quartzites, des roches pétrosiliceuses, et renfermant les riches filons de plomb et argent de St.-Andreasberg.

La formation de *schiste* et *grauwacke* est l'élément le plus important du terrain de transition sur l'âge duquel il n'y a aucun doute. La direction générale des couches est de l'O.-S.-O. à l'E.-N.-E. Cette direction et l'inclinaison se modifient dans le voisinage des groupes calcaires que le terrain schisteux entoure en forme de manteau (*mantelförmig*), soit à l'Iberg, suivant M. de Bonnard, soit à Elbingerode, suivant M. Zincken. Le terrain calcaire est donc inférieur au terrain de schiste et grauwacke, dans lequel d'ailleurs on en retrouve des bancs subordonnés. Nous allons par conséquent en parler avant de décrire celui de schiste et grauwacke.

Ce calcaire est à cassure esquilleuse (*splittig*), quelquefois à grain fin, coloré en gris de différentes nuances, et traversé souvent par des veines de spath calcaire; sa pâte est pénétrée d'un grand nombre de madrépores. L'un et l'autre groupe renferment beaucoup de fentes et de cavernes, qui, près de Grund, sont en partie remplies de minerais de fer. M. Zincken indique comme couches subordonnées au calcaire d'Elbingerode, 1°. des roches de quartz; 2°. des *thon* et *hornsteinporphyr*; 3°. des porphyres granitoides (*granitärziger porphyr*); 4°. des trapps de transition porphyroïdes (*porphyrartiger uebergangstrapp*), avec pyrite magnétique, etc. La formation de schiste et grauwacke renferme non-seulement de riches filons d'argent, de plomb, de cuivre, etc., qui alimentent les usines de Clausthal, Lauthenthal, etc.,

Du terrain de transition. Formation de thonschiefer et grauwacke.

mais encore les dépôts les plus considérables des minerais de fer du Hartz. Elle doit donc être décrite avec détail dans cette notice.

Le rapport qui existe entre les deux membres principaux de cette formation, le thonschiefer et la grauwacke, n'est pas constant. On observe que plus on s'approche de l'intérieur des montagnes, moins le thonschiefer se montre mêlé de grauwacke, jusqu'à ce qu'enfin celle-ci disparaisse tout-à-fait; en se dirigeant vers le pied des montagnes, on voit au contraire la grauwacke devenir peu à peu dominante et passer au conglomérat siliceux (*grobe kiesel conglomerat*), qui limite la formation de thonschiefer, et passe lui-même au grès rouge.

Il est très-difficile, pour ne pas dire impossible, d'établir une distinction entre le thonschiefer primitif et le thonschiefer de transition. D'après M. Zincken, la formation de thonschiefer et grauwacke renferme les couches subordonnées suivantes: 1. *Thonschiefer, dachschiefer* (phyllade, schiste ardoisé), et *grauwackenschiefer*. 2. *Wetzschiefer* (schiste à aiguiser). 3. *Ataun et zeichenschiefer* (schiste alumineux, etc.). 4. *Grauwacke et quarzfels* (grauwacke et quartzites). 5. *Mandelstein et blätterstein* (amygdaloïdes et spillolites). 6. Porphyres. 7. *Grünstein*. 8. *Grünschiefer* (schiste vert). 9. Thonschiefer calcarifère (*provinztafstein*). 10. Calcaire.— Les minerais de fer ont leur gisement principal dans le *blätterstein*, le *calcaire* et le *grünstein*. Nous nous bornerons donc à décrire ces roches et leurs bancs subordonnés.

Gisement. Les mandelstein et blätterstein se trouvent dans le voisinage du calcaire d'Elbingerode, à

Leerbach, etc.; ils forment ordinairement le toit des couches de minerais de fer. Cette espèce de roche, que M. de Bonnard désigne sous le nom de *spillolite variolée*, a pour base soit une argile ou ferrugineuse ou semblable à de la vacke (*wacke-nartig*), soit, et principalement, une matière analogue au schiste chlorité. Elle renferme des amygdales de chaux carbonatée et de *braunspath*, et elle devient poreuse lorsque ces amygdaloïdes se décomposent. A cette classe appartiennent les roches, appelées par Jasche calcaire de transition schisteux. Les amygdales de chaux y dominent quelquefois d'une manière remarquable; on en distingue deux variétés: l'une a plus que l'autre le caractère des amygdaloïdes; sa base est l'argile ferrugineuse. La pâte de l'autre est la substance analogue au schiste chlorité. Par-tout où cette roche forme le toit du minéral de fer, on y trouve toutes les variétés de la chlorite. Elle se montre ou stratifiée très-régulièrement ou en masses non stratifiées, suivant qu'elle a ou qu'elle n'a pas la texture schisteuse. Si, d'un côté, les amygdales de spath calcaire se décomposent très-aisément, d'un autre côté la masse principale résiste long-temps à cette décomposition; aussi se montre-t-elle souvent en pics saillans.

Un grand dépôt de minerais de fer, accompagné de blätterstein, s'étend dans la partie occidentale du Hartz, entre Osterode et le Spitzenberg. Le fer oxidé rouge s'y montre en bancs (*lager*) ou couches fort épaissés; il est quelquefois remplacé par du fer oxidulé, qui est beaucoup plus rare (Spitzenberg). Ces bancs sont traversés par des petits filons de fer oxidé hydraté ou de fer

des minerais de fer dans le blätterstein, dans la partie occidentale du Hartz.

Dépôt de minerais de fer dans le blätterstein, dans la partie occidentale du Hartz.

Dépôt de  
minerais de  
fer dans le  
blätterstein,  
dans la par-  
tie orientale.

spathique. (Voy. le mémoire de M. de Bonnard.)

A Elbingerode, le terrain de thonschiefer et grauwacke offre, à-peu-près constamment, au-dessus du calcaire, la suite des couches suivantes : 1. thonschiefer, souvent en plaques minces; 2. thonschiefer et calcaire; 3. grauwacke (cette couche est quelquefois totalement supprimée); 4. thonschiefer, alau et zeichenschiefer; 5. un banc de minéral de fer, ou, en d'autres points, un calcaire ferrifère (marbre rouge); 6. des blätterstein semblables au schiste chlorité (*chloritschiefer artiger blätterstein*); 7. une seconde couche de minéral de fer, qui a ordinairement pour toit le thonschiefer. On peut voir sur les cartes géognostiques du Hartz comme toutes les couches de minerais de fer, parallèles à celles de thonschiefer, s'inclinent en s'éloignant du groupe calcaire d'Elbingerode : telles sont les couches du Büchenberg, qui s'inclinent au Nord et celles de Kuhbach et Hüttenrode, qui s'inclinent au Sud. Ainsi s'explique aussi l'horizontalité des couches de Tönnchen et de Bomshay, que Jasche rapporte aux montagnes de transition les plus modernes, puisque l'inclinaison du thonschiefer est déterminée par celle du calcaire, qui, dans cet endroit, forme au-dessous des lits horizontaux.

Le banc de minéral de fer que nous avons étudié près d'Elbingerode se dirige vers l'heure 3, 4 ou 5 de la boussole. Son inclinaison est de 50 ou 60 degrés, son épaisseur moyenne de 4 lachter (1) (7,6 mètres). Il se contourne en pre-

(1) Le lachter est de 6 pieds 8 pouces de Calenberg, environ 1<sup>m</sup>,90.

nant la forme de selle (*sattelförmig*). Dans les parties inférieures, se trouve le fer oxidé rouge mélangé intimement de beaucoup de quartz, et par conséquent fort dur; ce fer oxidé rouge passe, dans les parties supérieures, au fer oxidé brun, qui est manganésifère et ordinairement mélangé intimement avec du calcaire. Le fer oxidé brun est ordinairement tout-à-fait exempt de pyrites; le fer oxidé rouge en contient une petite quantité disséminée ou en filets. La couche minérale est souvent recouverte immédiatement par la terre végétale, quelquefois par une couche de calcaire ou de blätterstein.

Enfin, les fers oxidés rouges et bruns se trouvent encore, et principalement à l'état d'hématite, dans le terrain de schiste et grauwacke, qui fait suite au terrain primitif, à peu de distance d'Andreasberg; ces minerais contiennent assez souvent du sulfate de baryte.

Le calcaire subordonné à la formation de thonschiefer et grauwacke forme particulièrement autour du groupe de calcaire plus ancien d'Elbingerode une couche puissante dans le phylade. Cette couche, qui renferme du minéral de fer et du quartz, se compose principalement de chaux carbonatée avec une quantité considérable de pétrifications; elle porte le nom de marbre rouge ou *korim* de Rübeland. Outre ce calcaire à pétrifications, il existe beaucoup d'autres couches calcaires de moindre puissance dans le thonschiefer. Le calcaire y est gris, coquillier et feuilleté; il est caractérisé par la présence du fer spathique en partie converti en fer oxidé brun ou jaune, du fer micacé, de l'aragonite, etc.

Le calcaire rouge peut aussi être considéré

Gisement des  
minerais de  
fer dans le  
calcaire sub-  
ordonné à  
la formation  
de thons-  
chiefer et  
grauwacke.

comme un conglomérat de fungites, trochites, entrochites, fragmens de calcaire compacte, spath calcaire, chlorite terreuse, fer oxidé rouge avec quelques pyrites disséminées, lié par un ciment calcaire coloré par l'oxide de fer. Le calcaire gris est rarement stratifié; il forme habituellement des couches dépourvues de pétrifications; le calcaire rouge est toujours en couche.

Gisement  
des minerais  
de fer dans  
le grünstein.

Le grünstein forme des couches dans le thonschiefer, ou lui est superposé en masses arrondies. Ce dernier cas se présente à Zorge et à Tilkerode. Le grünstein des cimes (*kuppengrünstein*) se distingue du grünstein en couches (*lagergrünstein*) par sa richesse considérable en fer. Le grünstein en couches ne renferme que de la pyrite ordinaire, de la pyrite magnétique et du fer magnétique à l'état de dissémination, tandis que le grünstein des cimes contient de riches et puissans dépôts de minerais de fer, et sa pâte en est même tellement pénétrée, que l'on peut dire qu'elle renferme moyennement de 12 à 15 p<sup>r</sup>. 100 de fer. Le grünstein des cimes passe souvent tout-à-fait au thonschiefer : les rochers qu'il forme sont très-escarpés; il contient un grand nombre de filons, dont la masse principale est du fer oxidé rouge. Tantôt les filons s'étendent dans la profondeur jusqu'au thonschiefer, où ils perdent leur caractère et ne se présentent plus que comme un mince enduit, tantôt ils paraissent à l'état de *coureurs de gazon* (*rasenläufer*); ceux-ci ont une certaine puissance, mais ne pénètrent qu'à une petite profondeur; ils sont nommés, sur les lieux, *mines en roche*, apparemment parce que les substances composantes sont, à peu d'except-

tions près, le quartz et le minéral siliceux. Le grünstein des cimes est aussi la roche qui renferme les minerais de sélénium du Hartz; à Zorge, à la mine Brummerjahn, à Tilkerode, vers le puits principal, et à Eskeborn, ces minerais se trouvent en petits nids ou petites veines, toujours dans le voisinage des points de séparation du grünstein et du thonschiefer.

La formation de grès et porphyres secondaires se montre au Sud du Hartz oriental, entre Lauterberg et Sachsa. D'après M. Zincken, elle renferme les couches suivantes : 1. couches de houille, conglomérats, argile schisteuse et grès houiller alternant au moins trente fois; 2. grünstein, mandelstein et *thonstein* alternant, et leurs équivalens; 3. porphyres avec minerais de fer; 4. porphyre sableux et grès rouge (*rothliegende*); 5. calcaire; 6. *weisse liegende*, couches de schiste cuivreux.

Du terrain  
secondaire.  
Formation  
du grès  
rouge et por-  
phyres.

Les conglomérats font suite à la grauwacke et passent au grès. L'argile schisteuse se trouve au-dessous, au milieu ou au-dessus des couches de houille; elle contient une foule d'impressions de plantes.

Le grünstein, presque semblable au basalte, est assez dur; il se casse en fragmens, à arêtes vives, et renferme de longs prismes de feldspath vitreux; sa pâte passe insensiblement à une pâte semblable à la vacke du thonschiefer et du mandelstein.

Le porphyre a, en grande partie, pour pâte une argile ferrugineuse rouge, passant, lorsque la quantité de silice augmente, à la pierre de corne (*hornstein*); il contient un grand nombre

Gisement  
des minerais  
de fer dans  
le porphyre.

de filons, qui peuvent être considérés, à peu d'exceptions près, comme *coureurs de gazon*; ces filons se distinguent par la présence du sulfate de baryte qui s'y trouve toujours en plus ou moins grande quantité. Ils se subdivisent en filons, 1°. de minerais de fer; 2°. de manganèse (*braunstein*); 3°. de baryte. Leur direction est entre 5 heures et 9 heures, et ils sont presque verticaux. Les filons de minerais de fer contiennent souvent des amygdales, qui, bien que semblables à celles des mandelstein, en diffèrent cependant par la présence plus répétée du quartz enfumé et du fer spéculaire, dont on trouve de beaux échantillons. On rencontre aussi dans un pareil gisement le minéral de fer siliceux (*kieseisenstein*), jaune et fibreux (hématite jaune). Le fer oxidé rouge, plus abondant, est à l'état d'hématite rouge et accompagné de *braunspath*, *eisenglanz*, quartz, *eisenkiesel*, aragonite, fer spathique et baryte sulfatée.

A la formation du grès rouge et porphyre font suite des formations secondaires plus modernes; mais celles-ci se montrent hors du Hartz, et ne fournissent que très-peu de minerais de fer aux usines de ce pays: ici se terminera par conséquent notre coup-d'œil géognostique.

En nous résumant, nous voyons que les espèces de minerais qui alimentent les hauts-fourneaux du Hartz, sont 1°. le *fer oxidé* (*rottheisenstein*) à l'état d'hématite rouge, en masse compacte et en petits fragmens; 2°. le *fer oxidé hydraté* (*brauneisenstein*) à l'état d'hématite brune et compacte ou terreux; 3°. un minéral provenant de la décomposition du fer spathique,

Récapitulation des variétés de minerais de fer traités au Hartz.

analogue pour l'aspect et les propriétés physiques au fer oxidé hydraté terreux (*brauneisenerz*); 4°. le *fer spathique* (*spatheisenstein*); 5°. et le *fer oxidulé* (*magneteisenstein*).

Les fers oxidés rouges et bruns sont les minerais les plus répandus; on en traite dans toutes les usines. On ne réduit du fer spathique et du fer oxidé brun provenant de sa décomposition qu'à Mägdesfrung et à Gittelde, du fer oxidulé qu'à Alternau, et encore en très-petite quantité.

Nous avons peu de chose à dire sur le mode d'exploitation, que nous n'avons étudié que dans deux localités, à Elbingerode et à Lerbach.

A Elbingerode, lorsque le banc de minéral est immédiatement recouvert par la terre végétale ou par une mince couche calcaire, l'exploitation a lieu à ciel ouvert (*pingebau*). On abat le minéral à la poudre ou à la pointe, suivant qu'il est plus ou moins dur. L'écoulement des eaux a lieu par une galerie communiquant avec toutes les mines et placée au-dessous des plus bas travaux. Pour l'extraction, on construit un échafaudage qui s'avance au-dessus de l'excavation à ciel ouvert, et on élève les minerais sur cet échafaudage au moyen d'un treuil à bras. Les exploitations souterraines ont lieu au moyen de puits et de galeries qu'on ne pousse pas à de grandes distances des puits; plusieurs de ces puits sont inclinés: au surplus, l'exploitation à ciel ouvert est à Elbingerode la plus usitée, et donne lieu à des excavations qui ont jusqu'à 24 lachter (40 mètres) de profondeur. Les mines d'Elbingerode alimentent des usines qui appartiennent à trois états différens, le Brunswick, le Hanovre et le

Mode d'exploitation.

A Elbingerode.

comté de Vernigerode, et, entre autres, les fourneaux de Rothehütte, Elend, Rübeland.

A Lerbach. A Lerbach, où l'on ne trouve guère que du fer oxidé rouge compacte, souvent mêlé de calcaire et quelquefois d'anhracite (*kohlenblende*), l'exploitation a lieu par puits et galeries. On arrive le plus souvent à la couche par une galerie horizontale : on la divise en massifs par des galeries croisées; puis on enlève les massifs et on remblaie à mesure. Le minéral est détaché à la poudre. Dans quelques mines, l'eau s'écoule par des galeries inférieures aux travaux; dans d'autres, on amène l'eau, à des galeries supérieures, dans des petits tonneaux. L'aérage s'opère naturellement. La direction, l'inclinaison et la puissance des couches sont variables.

(V. la carte de la *Richesse minérale*.)

## DESCRIPTION

*D'une Méthode nouvelle employée à Freyberg pour séparer le cuivre de l'argent;*

PAR M. A. LESOINNE, Ancien Élève de l'École des Mines.

LA première idée de cette méthode a été donnée à M. Lampadius par un Anglais (1). Après quelques expériences en petit, l'administration saxonne se décida à essayer le procédé en grand: les essais, confiés à MM. Schneider et Müller, se continuent depuis deux ans, et les résultats en sont tellement avantageux, qu'on n'hésite plus à renoncer à l'ancien procédé.

La nouvelle méthode consiste à oxidier le cuivre contenu dans l'argent par le grillage, à traiter ensuite par l'acide sulfurique étendu pour dissoudre l'oxide de cuivre, et à réitérer ces opérations autant de fois que cela est nécessaire. Je vais décrire le travail tel que je l'ai vu pratiquer à Freyberg; mais auparavant je crois nécessaire de dire quelques mots sur la constitution de l'amalgame et sur les précautions que l'on doit prendre pour l'obtenir dans l'état le plus convenable pour le grillage.

Le résidu de la distillation de l'amalgame est composé de : argent, 0,60; cuivre, 0,30; fer oxidé mélangé et autres métaux, 0,10. Cette

(1) Nous croyons que l'inventeur de cette méthode est M. Lebel, affineur d'or et d'argent : du moins est-il certain qu'il la pratiquait avec succès il y a quatre ans dans son usine de Ménilmontant. M. Lebel est parvenu, par un moyen ingénieux, à l'appliquer aux alliages en lingots et à un titre quelconque. P. B.

composition le rend propre à subir le grillage, mais si la proportion de l'argent était notablement plus forte, il paraît qu'il serait difficile de parvenir à oxyder tout le cuivre. On conçoit d'ailleurs qu'il est essentiel d'amener l'alliage au plus grand état de porosité possible, et cela présente quelques difficultés; car si l'on pousse le feu un peu trop vivement, le résidu n'est plus poreux, mais compacte et à demi fondu, et si, au contraire, on ne chauffe que faiblement, il reste dans le résidu une certaine quantité de mercure qui est perdue. La pratique a appris, à Freyberg, à obtenir un alliage très-poreux sans qu'il retienne du mercure.

1<sup>er</sup>. grillage

On grille l'alliage dans un four à réverbère (Pl. I, fig. X), dont la sole est en briques bien jointes, qui reposent sur un lit d'argile placé lui-même sur une couche de scories; le four est surmonté de deux chambres de condensation, dans lesquelles se rassemblent les particules métalliques qui sont entraînées par le courant d'air. On chauffe avec du bois. La fig. X en donne une idée; mais je n'ai pas pu m'en procurer les dimensions exactes.

L'alliage à griller est chargé par morceaux de la grosseur d'une noix à celle d'un œuf. La charge se compose de 600 marcs de résidu ordinaire de l'amalgamation et de 100 marcs du résidu plus cuivreux que l'on recueille dans les patouilletts où se rendent les boues des tonnes.

On préfère placer dans le fourneau l'argent cuivreux en amas considérables que d'en faire des tas peu élevés au-dessus de la sole, parce que des essais ont prouvé que l'alliage absorbe plus d'oxygène dans le premier cas que dans le second.

Le feu est d'abord poussé très-vivement pour porter le métal au rouge; puis on ménage la chaleur, pour le maintenir à cette température sans le fondre; on le retourne sur la sole à deux reprises, la première trois heures après la mise au feu, la deuxième une heure à une heure et demie après la première; on ramène avec une pelle en fer, vers la grille, les parties qui en étaient éloignées, et réciproquement. Le grillage ne dure que de cinq heures à cinq heures et demie; mais l'alliage reste vingt-quatre heures dans le fourneau.

La porte de la chauffe est seule à la disposition de l'ouvrier, celle du fourneau est fermée avec un cadenas, dont un des essayeurs a la clef. Cette porte est en tôle, percée de plusieurs petites ouvertures, par lesquelles on peut voir ce qui se passe dans le fourneau.

Pour enlever l'alliage grillé, on se sert d'une auge en bois et d'un râble; on rassemble les dernières portions avec une brosse rude, et on détache les parties les plus tenaces en jetant un peu d'eau sur la sole.

L'alliage grillé est noir; le résidu ordinaire de l'amalgamation augmente de 2 à 9 pour 100 de son poids dans l'opération, le résidu du patouillet de 10 à 15, et le mélange de 7 pour 100.

On porte l'alliage grillé dans une chaudière en plomb, pour le faire digérer avec de l'acide sulfurique. Cette chaudière A (Pl. I, fig. 1, 2 et 3) a 4 pieds 6 pouces de longueur, 2 pieds 10 pouces de largeur et 3 pieds de profondeur; elle est entourée d'un mur en briques, fortifié par des bandes de fer. La grille G est assez large, et divisée en deux parties par une cloison, qui soutient le fond de la chaudière. La flamme circule autour

1<sup>er</sup>. traitement par l'acide sulfurique.

de la chaudière, en passant par le canal, dont L N O sont les différentes coupes, et en suivant la route tracée par la flèche, et elles s'élèvent enfin par O' dans la cheminée h. La fig. 3<sup>e</sup>. représente la chaudière munie de son couvercle; ce couvercle est divisé en deux parties KS, qu'on peut enlever au moyen des boutons ttt. Dans le trou a passe une tige attachée à un flotteur, qui sert à indiquer la hauteur du liquide dans la chaudière; b, c, d sont différentes ouvertures par lesquelles on verse l'acide; z (fig. 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup>) est un robinet par lequel on peut faire écouler la liqueur cuivreuse: on reçoit cette liqueur dans une cuve U doublée en plomb; on chauffe avec de la houille.

Quand le métal grillé a été placé dans la chaudière, on y introduit d'abord de l'eau qui provient du lavage des opérations précédentes, dans la proportion de 15 onces par marc, et ensuite de l'acide sulfurique du tommerge, dans la proportion de 5 onces par marc: on y ajoute de l'eau mère du sulfate de cuivre, qui est fort acide, et qu'on désigne sous le nom d'acide sulfurique vieux. Si l'on traitait l'alliage provenant de l'amalgame des patouillets, seul, il faudrait employer son propre poids d'acide sulfurique. On ne verse pas l'acide directement sur l'argent, mais dans un vase de plomb placé au fond de la chaudière, et d'où il se répand ensuite dans l'eau.

On chauffe à environ 60° pendant 12 à 15 heures; puis on fait couler la liqueur par le robinet lorsque sa densité a augmenté plus et lorsqu'on s'est assuré qu'elle ne tient plus d'argent en dissolution. On prend la densité de la liqueur au moyen du baromètre de Beaumé, en ayant égard à la température; on a trouvé, par expérience,

que, pour un abaissement de 10° R, la dissolution de sulfate de cuivre gagne 1° à l'aéromètre. On reconnoît que la liqueur ne contient pas d'argent, au moyen du sel marin, en ayant soin de tendre avec de l'eau chaude.

On pourra être surpris de voir de l'argent se dissoudre dans de l'acide sulfurique aussi étendu que celui qu'on emploie, et lorsque la température ne s'est pas élevée au dessus de 60°; mais ce n'est pas au moyen de l'acide sulfurique, que l'argent s'est oxidé; c'est pendant le grillage. M. Berthier a prouvé que l'argent s'oxide et retient l'oxygène avec plus de force, qu'on ne le croyait généralement; sous la présence de certains oxides, et l'oxide de cuivre possède cette propriété au plus haut degré. Dans les premiers moments de l'action de l'acide sulfurique sur l'alliage grillé, l'argent oxidé se dissout; mais il est bientôt précipité par le cuivre métallique qui reste dans l'alliage.

Quand on a fait écouler la dissolution cuivreuse, on la remplace par de l'eau, que l'on fait bouillir pendant quelques heures; puis on remplace celle-ci par 7 à 8 pintes d'eau froide, qui achève le lavage; on laisse toutes les liqueurs en repos pendant quelque temps, pour qu'elles déposent les particules d'argent qui sont tenues en suspension, et on les porte ensuite dans l'usine à vitriol.

On grille une seconde fois l'alliage traité par l'acide sulfurique, en le chauffant au rouge pendant six heures et demie.

On traite par l'acide sulfurique l'alliage grillé deux fois, en employant 2 onces d'acide du commerce et 8 onces d'eau par marc, et on laisse digérer pendant seize à dix-neuf heures.

2<sup>e</sup>. grillage.2<sup>e</sup>. traitement par l'acide sulfurique.

3°. grillage. Enfin, on grille une troisième fois pendant sept heures, et l'on traite la matière grillée par l'acide sulfurique, dans la proportion de 1 once par marc; on y ajoute 5 onces d'eau.

Dessiccation. Après ce traitement, l'argent est reporté au fourneau de grillage, mais seulement pour y être desséché; on le fonde ensuite dans des creusets de graphite.

1°. fusion. La fusion s'opère dans des fourneaux à vent ordinaires; on opère sur 500 à 800 marcs à la fois, répartis dans deux creusets. L'argent éprouve un déchet de 5 p. 100, qui est dû à une scorie cuivreuse produite par l'action des substances terreuses sur un reste de oxide de cuivre. Cette scorie contient beaucoup de grenailles d'argent, que l'on en sépare en la passant sur le tamis; mais la matière lamisée contient encore 13 p. 100 d'argent à l'état de combinaison et 13 pour 100 de cuivre; cette proportion d'argent est énorme; mais ce fait m'a été affirmé par des hommes instruits et en qui l'on doit avoir toute confiance. On voit, au reste, par les expériences de M. Berthier, que c'est le sulfate de cuivre, un des oxides les plus énergiques de l'argent, qui doit produire ce résultat. On refond cette scorie dans le travail des crasses argentifères, après l'avoir essayée pour cuivre et pour argent. Lorsque l'argent est en pleine fusion, on le puise avec la cuiller en fer O, chauffée au rouge, et on le coule dans des lingotières hémisphériques en fer battu.

2°. fusion. On chauffe avec du charbon de bois et l'on en consomme 4 korb = 1 m. dans chaque opération. Les lingots d'argent sont fondus de nouveau de la même manière que la première fois; mais comme l'opération dure beaucoup moins longtemps, on ne consomme que le tiers de charbon;

il ne se forme plus de scories, mais on voit encore à la surface de l'argent fondu quelques taches noires d'oxide de cuivre: au lieu de chercher à enlever cet oxide, on le réduit pour le faire entrer en combinaison avec l'argent; à cet effet, on verse, en le faisant couler doucement et en filet mince, une demi-livre de suif dans chaque creuset.

Enfin, on fond une troisième fois l'argent, mais seulement pour l'avoir en lingots plus homogènes. Il est alors au titre de 15 loths par marc = 0,960, on l'envoie dans cet état à la monnaie.

Pendant le troisième trimestre de 1826, on a traité dans l'usine de Freyberg, ten huit opérations, 8018 marcs 7 loths d'argent cuivreux (1813<sup>k</sup> 59), contenant 4697 marcs 7 loths d'argent fin (1062<sup>k</sup> 46). L'augmentation de poids acquise par le grillage a été de 6,86 pour 100.

On a brûlé pour les trois grillages 2 m. schragen = 756 p. 9 (16 stères 21) de bois valant 79 f. 20.

Dans le premier traitement par l'acide sulfurique, on a consommé 1534 livres 9 d'acide sulfurique du commerce (1694<sup>k</sup> 32), 14957 livres, 60 d'eau (500<sup>k</sup> 94) et 1064 livres 87 d'acide vieux (481<sup>k</sup> 70).

Dans le deuxième traitement, il a fallu 15061,92 d'acide du commerce, (591<sup>k</sup> 19) et 5849 livres 10 d'eau (2645<sup>k</sup> 86).

Enfin, dans le troisième traitement, on a employé 626 livres 72 d'acide du commerce (383<sup>k</sup> 59) et 2694 livres 58 d'eau (1218<sup>k</sup> 87); ainsi, au total, la quantité d'alliage précipité a exigé 3468 livres 55 d'acide de commerce (1569<sup>k</sup> 21) valant 1392 f. 08, et 19601 livres 28 d'eau (8866<sup>k</sup> 67).

Pour chauffer les chaudières, on a consommé 45 scheffels de houille (45 hecs 5) valant 85 f. 05.

On a obtenu 150 pains d'argent, pesant ensemble

3°. fusion.

Résultats économiques.

4703<sup>m</sup>,5 (1063<sup>k</sup>,78) ; contenant en fin 4589<sup>m</sup>,8 (1058<sup>k</sup>,05) ; 76<sup>m</sup>,10 (17<sup>k</sup>,53) d'argent en grenailles, contenant en fin 74<sup>m</sup>,15 (16<sup>k</sup>,88), et 271<sup>m</sup>,4 de scories pilées et tamisées (61<sup>k</sup>,35), contenant en fin 36<sup>liv</sup>,15 (8<sup>k</sup>,57) : au total, le résultat donne 3<sup>m</sup>,11 (0<sup>k</sup>,885) d'argent de plus que n'en indiquaient les essais de l'alliage cuivreux.

On a brûlé, pour la fonte de l'argent, 6 waagen 4 korbes de charbon de bois (22<sup>m</sup>,938) valant 164<sup>f</sup>,66.

Les frais de main-d'œuvre pour tout le travail se montent à 64 francs, pour paiement de cent trente-cinq journées d'ouvriers.

Les dissolutions sulfuriques sont évaporées pour en extraire le sulfate de cuivre. Pendant le troisième trimestre de 1826, on a obtenu 46 quintaux (2289<sup>k</sup>) de ce sel, et 1056<sup>liv</sup>,6 (477<sup>k</sup>,5) d'acide vieux. Les dépenses ont été de 116<sup>f</sup>,11 pour achat de 63 scheffels de houille (63 hect. 48) et de 88<sup>f</sup>,59 pour paiement de quatre-vingt-douze journées d'ouvriers : total, 204<sup>f</sup>,70; ce qui revient à 8<sup>f</sup>,72 par quintal métrique de sulfate, qui se vend 97,20.

Il résulte des données précédentes que la dépense qu'occasionne le traitement de l'argent cuivreux par la nouvelle méthode, s'élève à 0<sup>f</sup>,234 par marc d'argent brûlé et 409 par marc d'argent fin, 1<sup>f</sup>,75 par kilogramme d'argent brut et 1<sup>f</sup>,81 par kilogramme d'argent fin ; mais si l'on a égard à la valeur du sulfate de cuivre que produit l'opération, on trouve un bénéfice de 0<sup>f</sup>,779 par marc d'argent fin ou de 0<sup>f</sup>,789 par kil.

Le grand avantage du nouveau procédé tient évidemment à la grande économie qu'il procure dans la consommation de l'acide sulfurique : en effet, quand les métaux doivent se dissoudre

tous les deux et s'oxyder aux dépens de cet acide, comme cela a lieu dans l'ancienne méthode, la consommation est très-considérable, et l'on trouve aisément que les 1813<sup>k</sup>,50 de l'alliage, dont on a décrit le traitement, décomposeraient 1343<sup>k</sup>,44 d'acide, valant 2112 francs, pour s'oxyder seulement : or, par le grillage, l'oxydation du cuivre ne coûte que 79<sup>f</sup>,20. Indépendamment de cette économie, la nouvelle méthode a encore l'avantage de ne pas exiger l'emploi de vases de platine, qui demandent un capital considérable.

Il est vrai qu'elle ne produit pas de l'argent aussi fin que le traitement par l'acide sulfurique concentré bouillant, puisqu'on ne peut l'amener qu'à un titre de 0,960 à 0,975, mais comme il ne contient que du cuivre, ce titre le rend très-propre à être employé dans les monnaies, etc.

*Sur un nouveau moyen de séparer l'argent des minerais ; par M. L. Gmelin.*

(Ann. de Pog., t. 9, p. 615.)

J'ai pensé qu'il pourrait être avantageux de remplacer par l'ammoniaque, qui dissout très-bien le chlorure d'argent, le mercure que l'on emploie à Freyberg pour séparer l'argent des minerais préalablement grillés avec du sel marin (1). On

(1) La même idée s'est déjà présentée à plusieurs personnes. M. Mariano de Rivero a publié une note à ce sujet, il y a plusieurs années; mais même en admettant que ce procédé pût avoir un plein succès, il est douteux qu'il fût avantageux, d'une part, à cause des grandes masses de liquide qu'il faudrait employer pour laver le minerai imprégné d'ammoniaque, afin de n'y pas laisser d'argent, et, d'un autre côté, parce que si l'on considère que, par la méthode extrêmement ingénieuse que l'on suit actuellement,

commencerait par laver les matières grillées pour en séparer les sels solubles de cuivre, de fer, de soude, etc.; on ferait digérer avec de l'ammoniaque, on laverait, on distillerait la dissolution ammoniacale, et l'on réduirait le chlorure d'argent qu'elle laisserait déposer, en le faisant digérer avec l'acide sulfurique dans des vases de fer. On il serait facile de se procurer de l'ammoniaque caustique à un prix modique, en se servant du carbonate impur, que l'on obtient en distillant des matières animales et en le mettant en contact pendant quelque temps avec de la chaux éteinte, pour lui enlever son acide carbonique. Mais des essais que j'ai faits en 1826 sur du minerai grillé de Freyberg m'ont prouvé que l'argent y est à l'état métallique, et que l'ammoniaque n'en dissolvait pas la plus petite trace. Ayant fait digérer ce minerai avec du chlorure d'ammoniaque et a ensuite séparé tout l'argent. Je crois, d'après cela, qu'au lieu de griller, comme on le fait actuellement, on pourrait chauffer le minerai à une faible chaleur, après l'avoir mêlé avec du sel marin, du peroxyde de manganèse et de l'acide sulfurique, pour amener l'argent à l'état de chlorure, le laver et le traiter par l'ammoniaque, etc.; mais il resterait à savoir si la séparation de l'argent pourrait s'effectuer complètement par ce procédé.

On ne consume que 8k, 40 de mercure au plus, valant 1 franc, pour obtenir 2k d'argent, on peut traiter 800k de minerai, il paraîtra évident qu'en réduisant à la plus petite quantité possible l'ammoniaque nécessaire pour mouler 800k de matière en poudre fine, ce que l'on en perdrait ne pourrait pas avoir une valeur moindre d'un franc.

### Nouvelles analyses de carbonates à plusieurs bases;

PAR M. P. BERTHIER,

J'ai inséré dans le tome VIII des *Annales*, page 887, un grand nombre d'analyses de carbonates à bases de chaux, de magnésie, de fer et de manganèse. Je me propose ici de faire connaître la composition de minéraux semblables que j'ai dû soumettre à l'analyse dans ces derniers temps. Les résultats qu'on va voir montreront combien sont variées les proportions dans lesquelles les quatre carbonates peuvent survenir, et ils fourniront des données utiles à la géologie, parce que les minéraux auxquels ils se rapportent proviennent de terrains d'âges très-différens.

Voici le procédé aussi simple qu'exact que j'emploie maintenant pour analyser ces sortes de composés. On traite la substance réduite en poudre et placée au fond d'un vase à col long et étroit, par l'acide nitrique pur. Si la chaux domine, la dissolution a lieu rapidement à froid; s'il y a beaucoup de magnésie, comme dans les dolomies, l'effervescence est faible, et il est bon d'aider l'action de l'acide par une douce chaleur; si la magnésie domine, l'acide n'agit aucunement à froid; enfin, les fers spathiques ne sont point du tout attaqués, à la température ordinaire par l'acide même concentré; mais, en chauffant, la dissolution s'opère peu à peu avec dégagement de gaz carbonique et de gaz nitreux. Lorsque la dissolution est complète, on rapproche presque à sec, à une douce chaleur, pour chasser l'excès d'acide, et afin que le fer s'oxide en totalité au



(1) Calcaire secondaire des environs de Saint-Brienc (Côtes-du-Nord), compacte, d'un gris bleuâtre; il contient un peu moins de 4 atomes de carbonate de chaux pour 1 atome de carbonate de magnésie.

(2) Calcaire de Gelbressée, au nord-est de Namur, formant les parois d'un filon de minéral de fer, observé et recueilli par M. l'ingénieur Cauchy; écailleux, à très-petits grains, de couleur blonde et veiné de chaux carbonatée lamellaire grisâtre. On a analysé la partie écailleuse; elle est composée de 2 atomes de carbonate de chaux pour 1 atome de carbonate de magnésie et de fer.

(3) Calcaire des environs de Briffinquel (Tarn-et-Garonne). Il fait partie de la formation du calcaire à gryphites ou lias. Il est compacte, à cassure grenue, touchant légèrement les doigts, d'un blanc un peu bleuâtre. Sa composition est représentée par la formule  $5CC^{25} + 9MC^{25}$ .

(4) Calcaire secondaire de Martin-Balâtre, entre Fleury et Namur. Compacte, grisâtre, à cassure largement conchoïde, présentant une multitude de filets brillans, qui paraissent appartenir à des coquilles: c'est une dolomie pure  $CC^{10} + MC^{10}$ .

(5) Calcaire muschelkalk de Bourbonne-les-Bains. Compacte, gris, un peu cellulaire, à cassure matte: dolomie  $CC^{2} + MC^{2}$ .

(6) Calcaire qui forme des couches peu épaisses dans les marnes irisées, aux environs de Bourbonne-les-Bains. Semblable au précédent: dolomie  $CC^{2} + MC^{2}$ .

(7) Grès dolomitique en petites couches qui se trouvent dans le grès rouge, entre Ronchamp et Estobon; à grain très-fin, d'un gris rougeâtre.

clair, contenant quelques paillettes de mica et quelques veines d'argile verdâtre.

(8) Calcaire dolomitique de Schirmeck (Vosges). Il se trouve dans une partie d'une carrière de calcaire de transition, que l'on exploite pour en faire de la chaux: il est immédiatement en contact avec un filon de porphyre gris feldspathique et non quartzifère. Il a été observé et recueilli par M. l'ingénieur en chef des mines, Voltz. Ce calcaire est d'un gris clair un peu jaunâtre, à cassure creuse et écailleuse, translucide sur les bords, un peu cellulaire; il renferme des lamelles cristallines, qui lui donnent l'aspect d'un porphyre; c'est une dolomie contenant une petite quantité de carbonate de fer. Le calcaire dans lequel il se trouve est du carbonate de chaux pur. M. Voltz a observé des dolomies semblables à celle de Schirmeck, dans plusieurs parties des Vosges, entre autres au Jagerthal (Bas-Rhin) et à Robach près Saint-Biez (Vosges), en nodules dans les bancs inférieurs du grès vosgien, et à Framont (Vosges): cette dernière est très-remarquable en ce qu'elle constitue un poudingue dolomitique, empâtant des fragmens de toute grosseur de diverses roches primitives; on l'exploite pour en faire de la chaux, et l'on dit que cette chaux forme avec le trass un excellent mortier hydraulique.

(6) Calcaire qui forme des couches peu épaisses dans les marnes irisées, aux environs de Bourbonne-les-Bains. Semblable au précédent: dolomie  $CC^{2} + MC^{2}$ .

(7) Grès dolomitique en petites couches qui se trouvent dans le grès rouge, entre Ronchamp et Estobon; à grain très-fin, d'un gris rougeâtre.

FERS SPATHIQUES.	Grande Fosse. (1)	Bendorf. (2)	Stahlberg. (3)	Baigory. (4)	Bogota. (5)	Pierre-Rousse. (6)	Rancié. (7)
Protox. de fer.	0,436	0,463	0,449	0,550	0,530	0,526	0,535
Prot. de manganèse. . . . .	0,010	0,091	0,103	0,006	0,008	0,017	0,065
Chaux. . . . .	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000	0,010	0,000
Vagnésie. . . . .	0,128	0,045	0,016	0,054	0,045	0,036	0,007
Acide carbonique. . . . .	0,426	0,384	0,370	0,410	0,387	0,372	0,392
Gangue. . . . .	0,000	0,014	0,042	0,000	0,020	0,022	0,000
TOTAUX.	1,000	0,997	0,990	1,000	1,000	0,983	1,000
Carb. de fer. . . . .	0,729	0,745	0,730	0,862	0,863	0,840	0,870
— de mangan. . . . .	0,016	0,145	0,165	0,008	0,013	0,028	0,106
— de chaux. . . . .	0,000	0,000	0,019	0,000	0,018	0,018	0,000
— de magnésie. . . . .	0,265	0,093	0,033	0,112	0,092	0,074	0,015
Gangue. . . . .	0,000	0,014	0,042	0,000	0,020	0,022	0,000
TOTAUX.	0,990	0,997	0,989	0,982	0,986	0,982	0,991

(1) *Fer spathique de la Grande-Fosse* près Vizille (Isère). Lamelleux, divisible en grands rhomboïdes, de couleur blonde. Essayé avec 0,20 de quartz et 0,20 de marbre, il a donné 0,35 de fonte. Sa formule est  $2fC^2 + \left\{ \begin{matrix} Mg \\ Mn \end{matrix} \right\} C^2$ . Il se trouve en filon très-puissant dans un gneiss micacé et quelquefois un peu talqueux. Il y a auprès de Vizille d'autres filons qui renferment un minéral de composition identique : tels sont ceux de *Pierre plate de Sainte-Julie* et des *Halles*.

(2) *Fer spathique de Bendorf*, rive droite du Rhin, vis-à-vis de Coblenz : variété qualifiée de première qualité, à grandes lames, de couleur blonde claire, veinée de quartz blanc. Il donne, dans les hauts-fourneaux, de la fonte blanche à

grandes lames, éminemment propre à la fabrication de l'acier naturel. Essayé avec 0,25 de quartz et 0,53 de marbre, il a donné 0,39 de fonte, qui devait contenir une certaine quantité de manganèse : la scorie était vitreuse, transparente, et d'un jaune de topaze un peu verdâtre. La formule qui représente la composition de ce minéral est  $5fC^2 + MgC + MnC^2$  ou  $6 \left\{ \begin{matrix} Mg \\ Mn \end{matrix} \right\} C^2 + MnC^2$ .

(3) *Fer spathique du Stahlberg*, près Musen, dans le pays de Siegen : à grandes lames, d'un blond clair. Ce minéral forme un filon de plus de 60 mètres de puissance. Il produit, dans les hauts-fourneaux, la meilleure fonte à acier que l'on connaisse : cette fonte est aussi blanche, aussi lamelleuse et aussi éclatante que le zinc. Il contient, à très-peu près, 4 atomes de carbonate de fer pour 1 atome des autres carbonates.

(4) *Fer spathique d'Escourlegue*, près Baigory : de couleur blonde, à lames moyennes, non altéré. Il contient un petit filon, voisin du grand filon de Liquieta. Sa formule est  $6fC^2 + 4MgC$ .

(5) *Fer spathique de Paço*, à 10 lieues de Santa-Fé de Bogota (Colombie) : il a été apporté en Europe par M. Daste, qui dit qu'on le trouve en masse très-considérable. Il est à lames moyennes, de couleur blonde au centre des morceaux et violacé à la surface, sans gangue : on y distingue seulement çà et là quelques grains cristallins de pyrites de fer. Sa formule est la même que celle du minéral de Baigory.

(6) *Fer spathique de Pierre-Rousse*, près Vizille. A grandes lames, d'un blond violacé : il a donné, à l'essai, 0,40 de fonte ; sa composition conduit à la formule  $6fC^2 + \left\{ \begin{matrix} Mg \\ Mn \\ C \end{matrix} \right\} C^2$ . Son gisement est le

même que celui du fer spathique du grand filon.

(7) *Fer spathique de Rancié*, près Vicdessos. On le trouve, en veines ou en rognons, au milieu du fer hydraté qu'on exploite à Rancié; il est rare. A lames moyennes, d'un blond assez foncé, sans mélange de gangue : il contient 7 atomes de carbonate de fer pour 1 atome de carbonates de manganèse et de magnésie.

Chaux carbonatée magnésio-ferrifère.	Villefranche (1)	Schams (2)	Mühlen (3)	Vizille (4)	Corniglion (5)	Styrie (6)	Seraing (7)
Chaux . . . .	0,342	0,270	0,285	0,282	0,287	0,284	0,150
Magnésie . . .	0,147	0,140	0,157	0,150	0,140	0,123	0,080
Protox. de fer.	0,038	0,084	0,076	0,086	0,115	0,123	0,134
Prot. de manganèse . . . .	0,019	0,002	0,002	0,002	0,003	0,019	0,005
Acide carbonique . . . .	0,440	0,414	0,435	0,423	0,445	0,444	0,286
Gangue . . . .	0,074	0,074	0,043	0,056	0,017	0,017	0,342
<b>TOTAUX.</b>	<b>0,986</b>	<b>0,994</b>	<b>0,994</b>	<b>0,999</b>	<b>0,995</b>	<b>0,993</b>	<b>0,997</b>
Carb. de chaux	0,609	0,478	0,505	0,500	0,509	0,511	0,267
--de magnésie.	0,303	0,289	0,324	0,308	0,290	0,257	0,167
--de fer . . . .	0,060	0,137	0,123	0,134	0,187	0,200	0,216
--de mangan.	0,030	0,003	0,003	0,004	0,005	0,030	0,008
Gangue . . . .	0,074	0,074	0,043	0,056	0,017	0,017	0,342
<b>TOTAUX.</b>	<b>0,002</b>	<b>0,981</b>	<b>0,005</b>	<b>1,002</b>	<b>1,008</b>	<b>0,998</b>	<b>1,000</b>

(1) Chaux carbonatée des environs de Villefranche (Aveyron). Se trouve dans un filon; laminaire, à cassure rhomboïdale, d'un blond violacé, un peu translucide.

(2) *Chaux carbonatée de Schams*, pays des Grisons, constitue des filons dans un terrain primitif : à lames moyennes ou à petites lames,

d'un blond jaunâtre. Formule  $CC^2 + \left\{ \begin{matrix} Mg \\ f \end{matrix} \right\} C^2$ .

(3) *Chaux carbonatée*, dite *spatheisenstein* de Mühlen, pays des Grisons, en filons, dans le terrain primitif : compacte, saccharoïde, d'un blanc un peu nacré. Sa composition est la même que celle du minéral précédent.

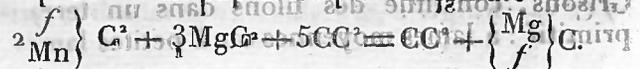
(4) *Chaux carbonatée de Vizille*. Se trouve, en filons, dans le voisinage des filons de fer spathique et dans le même terrain. Lamelleuse, divisible en grands rhomboédres, translucide sur les bords, d'un blanc jaunâtre, pénétrée de petites fissures remplies d'oxide de fer : c'est cet oxide que l'on a désigné sous le titre de gangue. Sa for-

mule est  $f C^2 + 3MgC^2 + 4CC^2 = CC^2 + \left\{ \begin{matrix} Mg \\ f \end{matrix} \right\} C^2$ .

(5) *Chaux carbonatée de Corniglion*, près Vizille. Laminaire, se divisant en grands rhomboédres, translucide sur les bords, d'un blond un peu jaunâtre; densité 3,20. Sa composition se rapporte exactement à la formule  $f C^2 + 2MgC^2$

+  $3CC^2 = CC^2 + \left\{ \begin{matrix} Mg \\ f \end{matrix} \right\} C^2$ . Il existe plusieurs gîtes considérables de ce minéral dans les environs de Vizille : on le trouve, entre autres, dans les filons dits *Corniglion*, le *grand filon* et la *Loze*.

(6) *Chaux carbonatée de Goltrath* en Styrie. Les Allemands en ont voulu faire une espèce particulière, à laquelle ils ont donné le nom d'*ankerite*. Elle est lamelleuse dans trois sens, à grands des lames, d'un blanc nacré, fortement translucide : elle est accompagnée d'une substance gris verdâtre, terreuse, analogue aux chlorites. Sa composition est exprimée par la formule



T. III, 1<sup>re</sup> livr. 1828.

(7) *Calcaire de Seraing*, près Liège. On le trouve, en rognons, dans les roches qui accompagnent les couches de houille de Seraing. Il est compacte, d'un gris très-foncé, à cassure inégale, presque unie et matte; il doit sa couleur à un mélange de 0,02 à 0,03 de bitume; sa gangue est argileuse. Son analyse conduit à la formule  $3fC^2 + 3MgC^2 + 4CC^2$ .

Il résulte de ce qu'on vient de voir que les combinaisons  $CC^2 + \left. \begin{matrix} Mg \\ f \\ Mn \end{matrix} \right\} C^2$  sont très-communes

dans la nature; mais que, dans ces combinaisons, les proportions relatives de manganèse, de fer et de manganèse varient beaucoup.

Carbonate de  
magnésie  
ferrière.

On m'a remis, sous la dénomination de chaux carbonatée ferrifère, un minéral qui provient du pays de Saltzbourg, dans lequel j'en ai pas trouvé la plus petite trace de chaux, et qui se compose essentiellement de carbonate de magnésie. Ce minéral est en masse cristalline, à grandes lames entremêlées en divers sens, éclatant, d'un noir peu foncé: les lames minces sont transparentes et d'un brun de fumée clair; il est mêlé de quelques particules de chaux sulfatée anhydre d'un beau blanc: il ne fait aucune effervescence dans l'acide nitrique à froid lors même qu'il a été réduit en poudre très-fine. Il est composé de:

Magnésie . . . . 0,445—Carbonate de magnésie. 0,959  
Protox. de fer... 0,049—Carbonate de fer. . . . . 0,081  
Acide carboniq. 0,506  
Bitume . . . . . trace.—Bitume . . . . . trace.

Les deux carbonates s'y trouvent exactement dans le rapport de 15 à 1: sa formule est donc  $fC^2 + 15MgC^2$ .

## CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

*Sur le plateau central de la France, et particulièrement sur les terrains secondaires qui recouvrent les pentes méridionales du massif primitif qui le compose;*

PAR M. DUFRENOY, Ingénieur des Mines.

§ 1. Le centre de la France est occupé par un vaste plateau de terrain ancien, en général granitique, qui forme les montagnes du Limosin, de l'Auvergne, du Forez, du Cantal, de l'Aveyron, de l'Ardèche et des Cévennes. Ce plateau a plus de 80 lieues de large à la hauteur de Limoges; mais en s'avancant vers le midi, il s'amincit graduellement, et se termine par une pointe qui le rattache à la montagne Noire. Ce dernier groupe de terrain ancien forme ainsi une espèce de péninsule, qui est isolée de la chaîne des Pyrénées par un bassin longitudinal de terrains secondaires et de terrains tertiaires.

Les pentes de ce plateau granitique central et quelques-unes de ses dépressions sont recouvertes presque par-tout immédiatement par différents terrains, dont la description est l'objet principal de ce mémoire.

Sa partie orientale présente en outre, sur une assez grande surface, des dépôts volcaniques, dont nous jugeons inutile de parler ici, parce qu'ils sont entièrement indépendans des terrains anciens et des terrains modernes, auxquels ils sont

toujours superposés. D'ailleurs, nous n'aurions que peu de faits intéressans à ajouter aux descriptions qui ont déjà été publiées de la plupart d'entre eux.

Je commencerai par donner un aperçu des terrains anciens qui constituent ce plateau, et des terrains de transition, qui forment une bande étroite et peu continue sur les flancs de la chaîne de Tarare et de la montagne Noire. Ces groupes, quoique granitiques, devraient peut-être être considérés aussi comme faisant partie de ce terrain de transition.

*Aperçu sur les terrains primitifs et de transition du centre de la France.*

§ 2. La partie méridionale de ce groupe de terrain ancien, à partir d'une ligne Est et Ouest, qui passerait par Limoges et par Lyon, est limitée à peu près ainsi qu'il suit :

Limites du plateau primitif ou intermédiaire.

A l'Ouest, par une ligne qui irait de Nontron à Nanteuil près Thiviers, à Hautefort et Donzenac. A partir de ce point, elle descendrait vers le midi, et s'avancerait par Bretenoux, Peyrusse, Villefranche et Najac; elle tournerait alors autour d'Alby et se rattacherait à la montagne Noire, qui court à peu près de l'Est à l'Ouest depuis Lodève jusque près de Castres. A l'Est, ce plateau est limité d'abord par le Rhône, depuis Lyon jusqu'à Beauchastel; puis, ensuite, par une ligne qui passerait près de Privas, Joyeuse, les Vans, Anduze, Saint-Hippolyte, le Vigan, et se rattacherait à Lodève.

Au milieu de cette vaste enceinte, il existe un dépôt de terrains secondaires qui occupe le centre du département de l'Aveyron et une partie de celui de la Lozère.

§ 3. La dénomination de plateau, que j'ai donnée à la vaste étendue de terrain ancien qui occupe le centre de la France, annonce que ce massif, plus élevé que les terrains secondaires qui l'enveloppent, présente par-tout une hauteur assez constante. Cependant, comme on doit le présumer, il offre des arêtes saillantes, formant des espèces de chaînes. Ces chaînes, qui prennent naissance dans les montagnes de l'Ardèche et de la Lozère, divergent bientôt et se dirigent assez exactement du Nord au Sud, comme les vallées de la Saône, de la Loire et de l'Allier qu'elles séparent. A l'Ouest de cette dernière vallée, le terrain ancien se tient à une élévation assez constante et répond exactement à l'idée que l'on a d'un plateau. La composition des chaînes présente quelque différence avec celle de la partie plate qui constitue l'Auvergne et le Limosin; plusieurs circonstances, entre autres la présence, sur leurs versans, de filons considérables et de masses de porphyres quarzifères, pourraient faire croire qu'elles sont moins anciennes que les granites du Limosin, ou plutôt que ces chaînes, déposées en même temps que tout le massif primitif, ont été modifiées postérieurement. Leur similitude doit au moins faire regarder comme certain qu'elles doivent leur origine aux mêmes causes et qu'elles sont formées dans des circonstances entièrement semblables, et différentes de celles qui ont accompagné la formation de tout le plateau.

Disposition générale.

Un fait qui me paraît encore digne de remarque, et qui peut-être peut éclairer sur l'âge de ces deux chaînes, c'est que dans les vallées de la Loire et de l'Allier il n'existe pas de dépôts de

terrains secondaires, tandis que ces terrains forment des bandes presque non interrompues sur la lisière de tout le plateau. Ces formations, comme je l'ai déjà indiqué, se retrouvent en outre dans quelques dépressions du terrain granitique qui appartiennent à la partie que je regarde comme la plus ancienne de tout le massif. Il est donc naturel de penser que ces deux vallées, dont la largeur excède quelquefois huit ou dix lieues, comme à Feurs et à Thiers, sont postérieures à ces terrains; d'un autre côté, les roches qui forment les chaînes de Tarare et du Forez présentant une double pente, on est autorisé à admettre que l'ouverture de ces vallées est une conséquence de la formation de ces chaînes, produites peut-être à-la-fois par un soulèvement et un abaissement de la masse du terrain.

J'ai annoncé qu'il n'existait pas de terrains secondaires dans ces vallées; cependant il s'y rencontre quelques petits bassins houillers, notamment celui de Brassac dans la Haute-Loire; mais, en étudiant la configuration du pays, on reconnaît bientôt que l'on rencontre épars çà et là un assez grand nombre de ces petits bassins; la plupart, entourés de tous côtés par du granite, ont été déposés, pour ainsi dire, dans les cavités que présentait le terrain ancien: on peut alors regarder les houillères de Brassac comme dans une cavité qui, postérieurement, a fait partie de la vallée de l'Allier. Cette supposition paraît d'autant plus probable que l'on rencontre très-près de cette vallée, quoique entourée de tous côtés par du granite, plusieurs bassins houillers, comme ceux de Fins et de Commentry, et que si la vallée avait acquis un peu plus de largeur en

ces points, ces bassins y auraient de même été compris.

Quelle que soit, au reste, l'opinion que l'on adopte sur la formation de ces chaînes et de ces vallées, on ne peut assimiler le massif qui nous occupe ni avec la chaîne des Pyrénées ni avec celle des Alpes. La forme de ces montagnes, la nature des roches qui les composent, sont très-différentes; mais la nature et la disposition des terrains secondaires qui les recouvrent présentent des différences encore plus remarquables. Ainsi, dans les Alpes, le terrain de craie a des caractères de solidité qui ne lui sont pas habituels; il se trouve en outre, comme M. Brongniart l'a démontré, à des hauteurs que les terrains secondaires, même les plus anciens, sont bien loin d'atteindre. Le lias se présente dans des circonstances semblables, ainsi qu'il résulte des faits nouvellement recueillis par M. Elie de Beaumont. D'après des observations récentes que j'ai faites dans les Pyrénées, il est probable qu'un terrain de craie analogue à celui des Alpes recouvre également quelques-unes des sommités les plus élevées de cette chaîne, notamment le Mont-Perdu, célèbre par les explorations aussi savantes que poétiques de M. Ramond.

Pour donner une idée générale de ce terrain, nous indiquerons une coupe prise à la montagne de Tarare, une de la chaîne du Forez, de Boën à Thiers, et quelques détails sur le reste du massif.

§ 4. La chaîne qui sépare la vallée de la Saône de celle de la Loire, et que l'on peut désigner par groupe de Tarare, présente une composition assez constante dans toute sa partie élevée, qui commence près de Charolles. Le granite

Chaîne de  
Tarare.

proprement dit est peu abondant, tandis que les porphyres forment la masse principale. En partant de Roanne pour aller à Tarare et à l'Arbresle, on coupe la chaîne dans toute son épaisseur, et on prend une idée assez exacte de sa composition.

Au sortir des montagnes des environs du Puy, où la Loire coule presque toujours dans un lit fort resserré, la vallée à laquelle elle donne son nom présente deux bassins bien distincts: l'un, à la hauteur de Feurs, peut avoir 6 lieues de large; l'autre, entre Roanne et Digoin, en a jusqu'à 8. Entre ces deux bassins, la Loire, dont le lit se rétrécit subitement, coule au milieu d'un défilé entaillé dans le porphyre, qui peut avoir 4 ou 5 lieues de long: cet étranglement, connu dans le pays sous le nom de *les Roches*, s'élargit un peu avant Roanne, où commence le second bassin, et la vallée de la Loire a environ une lieue de largeur à la hauteur de cette ville. Le pied de la montagne de Tarare commence à peu près à  $\frac{1}{2}$  lieue de Roanne; quoique la montée soit douce, cependant on voit le groupe de terrain ancien s'élever assez brusquement et former des escarpemens assez considérables. Les premières roches que l'on aperçoit sont des porphyres rouges contenant une grande quantité de quartz disséminé quelquefois en cristaux, mais le plus souvent en noyaux arrondis; ce quartz y est très-éclatant et très-vitreux. La pâte de ce porphyre est un feldspath compacte, d'un rouge clair un peu terne: il contient quelques cristaux très-rare de feldspath; souvent ces cristaux sont terreux et comme décomposés. Cette manière d'être du feldspath est sur-tout remarquable près de la Clayette, petite ville située au pied de la chaîne et à quelques lieues au Nord de Roanne. Cette

Porphyres  
quartzifères.

bande de porphyre, que je viens d'indiquer comme formant le versant Ouest de la chaîne de Tarare, paraît fort étendue; du moins j'ai retrouvé des porphyres exactement semblables près de Charolles, de Château-Chinon et de Lorme, à une petite distance d'Avallon. Dans ces deux dernières localités, je n'ai pas vu leur relation avec le terrain granitique, il paraissait y être adossé. Ces porphyres sont presque identiques avec ceux de l'Esterel près Fréjus (département du Var), cités par M. Faujas, lesquels, je crois, sont considérés comme appartenant à la formation de grès bigarré; ils contiennent cependant quelques paillettes de mica vert, qui n'existent pas dans les porphyres quartzifères de cette dernière localité: ils renferment, en outre, quelques parties d'un jaune verdâtre peu dures, qui se fondent avec le feldspath et ressemblent à de la serpentine. Une substance analogue, et disséminée de la même manière, existe dans les porphyres rouges de Figeac, que j'aurai occasion de décrire dans la suite de ce Mémoire.

Le porphyre quartzifère s'élève jusqu'au village de l'Hôpital, environ à une lieue du pied de la chaîne; il forme des filons qui courent dans toutes les directions, et dont l'épaisseur, quelquefois fort considérable, est souvent réduite à quelques pouces. Outre ces filons, il constitue aussi des masses assez puissantes: ces masses présentent des fentes dans plusieurs sens, quelquefois assez régulières pour donner l'idée de couches; mais, pour peu qu'on les examine avec soin, on reconnaît bientôt que la régularité n'est qu'apparente, et que ces fissures, ou pour mieux dire ces divisions, se contrarient dans tous les

sens, disposition assez ordinaire aux porphyres désignés sous le nom de trapp secondaire. Les fissures sont souvent fort rapprochées les unes des autres, et leurs surfaces étant lisses et décomposées, on a de la peine à obtenir un échantillon avec des cassures fraîches. Quelquefois ces surfaces sont recouvertes d'un enduit très-mince, jaunâtre, assez analogue à de l'urane phosphatée d'Autun. Dans cette dernière localité, l'urane est disséminé dans une roche granitoïde, dont il est assez difficile de déterminer la nature, et qui appartient probablement à celles désignées, sous le nom d'arkose, par M. de Bonnard. Sa présence établirait donc des rapprochemens entre les porphyres d'Autun et ceux de Tarare, et semblerait indiquer que ceux-ci ne sont pas très-anciens, ce que nous avons déjà déduit de leur analogie avec les porphyres de l'Estérel. Dans la chaîne de montagnes qui nous occupe, ils sont liés intimement avec le terrain ancien, comme M. de Bonnard a démontré que l'arkose l'était au granite, de manière qu'il est impossible d'établir une limite : ainsi, ils passent par degrés insensibles à des porphyres feldspathiques analogues à ceux qui se trouvent habituellement dans les terrains granitiques, et qui ne présentent plus alors cette disposition en filons et en masses irrégulières que j'ai signalée. A  $\frac{1}{2}$  lieue de l'Hôpital, les cristaux de feldspath deviennent plus abondans, ainsi que les lames de mica vert, celles-ci sont cependant encore fort rares : les cristaux de feldspath sont ordinairement roses, un peu plus clairs que la pâte, fort lamelleux et hémitropes. Bientôt la prédominance du quartz disparaît et le porphyre est tout-à-fait feldspathique ; enfin, à Saint-Symphorien, à

Urane dans  
le porphyre  
quarzifère.

Porphyres  
feldspathi-  
ques.

peu près à 2 lieues  $\frac{1}{2}$  du pied de la chaîne, on rencontre un très-beau granite composé de grands cristaux de feldspath rose, de quartz gris très-disséminé et de mica noir.

Le granite à gros grains ne recouvre pas une grande surface ; il passe à des granites à très-petits grains, quelquefois roses, mais le plus souvent de couleur assez foncée. Le mica, le plus ordinairement vert obscur, est quelquefois noir : ces divers granites forment ainsi la masse du terrain jusqu'au petit village des Fourneaux ; ils sont cependant associés d'une manière si intime avec les porphyres, que souvent on est embarrassé de donner un nom aux échantillons que l'on recueille.

Au-delà des Fourneaux, le granite devient très-rare, et presque tout le terrain, jusqu'au-delà de Pain-Bouchain, point le plus élevé de la route, et même de cette partie de la chaîne, est composé de porphyre, qui se prolonge jusqu'à moitié chemin de Tarare. Les porphyres quarzifères se retrouvent encore un peu de ce côté de la chaîne, où ils forment des filons dans le schiste de Tarare ; mais je ne les ai plus revus sur ce versant, quoique je l'aie parcouru jusqu'à la hauteur de Châlons.

La plupart des porphyres feldspathiques que j'ai décrits présentent une ressemblance frappante avec ceux des Vosges, principalement avec ceux des environs de Thann, de Sainte-Marie et de Gyromagny : les granites offrent aussi la même analogie. Dans ce pays, autant du moins que j'ai pu en juger d'après les collections rapportées à l'École royale des Mines par M. Élie de Beaumont, ces roches doivent être regardées comme de transition, à cause de leur association

Granite.

Analogie  
avec les  
Vosges.

avec des grauwackes et des roches feldspathiques présentant des empreintes végétales. Il est donc assez probable que la chaîne qui sépare le bassin de la Saône de celui de la Loire est de même époque.

Immédiatement au-dessus de ce groupe de roches granitoïdes existe un terrain de transition bien évident, sur lequel nous allons donner quelques détails. Ils seraient peut-être mieux placés au paragraphe relatif aux terrains de transition; mais nous préférons les intercaler ici pour compléter la coupe que nous décrivons.

Terrain de  
transition de  
Tarare.

§ 5. En descendant vers Tarare, des couches d'un schiste argileux vert succèdent aux porphyres sur lesquels elles reposent immédiatement. Ce schiste plonge, vers le Sud-Est, sous un angle de 25 à 30 degrés; il contient fréquemment des noyaux de quartz. Les feuilletés se contournent ordinairement autour de ces noyaux, qui, lorsqu'ils sont abondans, donnent à la roche une structure contournée en petit. Ces schistes sont traversés par de nombreuses fissures, dont la disposition en losange produit fréquemment des cassures pseudo-régulières: ils sont pénétrés d'une grande quantité de pyrites, qui leur communiquent par la décomposition une couleur ocreuse plus ou moins foncée; ils contiennent aussi quelques cristaux de feldspath. Ces schistes ressemblent d'une manière frappante à ceux que l'on désigne, dans le Cornouailles, sous le nom de killas, et ils appartiennent probablement au même étage des terrains de transition; au milieu de ces schistes existent plusieurs couches de poudingues, alternant soit avec des schistes analogues à ceux que je viens de décrire, soit avec des schistes paillettés, et que je présume être des

Poudingues  
dans  
le schiste.

grauwackes schisteuses; mais comme on ne voit pas de passages des poudingues à ces espèces de grauwackes, on ne peut avoir alors que des présomptions. Ces couches de poudingues sont assez épaisses; elles sont composées de galets assez gros et rarement plus petits qu'un pois: la pâte qui les réunit est un schiste analogue à celui avec lequel ils alternent, seulement il est plus foncé et moins solide. Il s'ensuit que ce poudingue est schisteux en grand, qu'il se décompose facilement, et que la surface du terrain qui en est composé est recouverte de galets qui en cachent la nature.

Les galets qui entrent dans la composition de ce poudingue sont de quartz laiteux blanc, de quartz lydien, de feldspath compacte, de porphyres, de granite et de schiste argileux verdâtre fort analogue au schiste avec lequel les poudingues alternent. Cette dernière roche et le quartz forment la plus grande partie des galets; cependant, je n'ai pas vu de schistes dans le groupe de la montagne de Tarare: de sorte qu'il semblerait que ce poudingue est formé aux dépens du terrain qui le renferme, les galets quarzeux étant fort analogues au quartz qui existe en noyaux nombreux dans le schiste. Cette supposition est cependant difficile à concevoir, les roches schisteuses étant plus abondantes au-dessus des poudingues qu'au-dessous.

Ces couches de poudingues ne forment qu'une petite épaisseur relativement au terrain schisteux; elles ne présentent pas plus de 100 à 200 mètres de puissance. Ce peu d'épaisseur, et la manière dont ce poudingue se décompose, sont sans doute les causes qui les ont fait échapper jus-

qu'ici à l'observation, et qui ont donné lieu à regarder les roches schisteuses comme appartenant au terrain primitif.

Schiste argi-  
leux vert.

Le schiste argileux vert contient des couches subordonnées d'amphibole compacte, de feldspath compacte et de diabase. Cette dernière roche est celle qui existe avec le plus d'abondance dans le schiste qui forme, à beaucoup près, la grande masse de tout ce terrain. La mine de cuivre pyriteux, exploitée pendant long-temps à Saint-Bel, est en partie dans une roche de cette nature et dans un schiste talqueux, où le minéral, extrêmement pauvre, est disséminé en petites veines et en petits amas contemporains; il se trouve dans un gisement tout-à-fait analogue à la mine d'Angleséy et aux mines de cuivre de l'Irlande, mines qui fournissent un minéral également fort pauvre.

Les roches de Saint-Bel n'étant pas associées directement avec des pondingues, on ne peut affirmer qu'elles appartiennent au terrain de transition de la chaîne de Tarare; tout porte cependant à le croire: elles se tiennent en effet au pied de cette chaîne, et sont intercalées dans le schiste argileux vert, dans lequel la Roche de Corne de Saint-Bel n'est qu'un accident. Quant au granite et aux granites porphyroïdes qui se trouvent en avant de la chaîne, et que l'on observe aux bords de la Saône, qu'ils traversent au Pont du Change à Lyon, ils appartiennent au groupe central de Tarare, avec les roches duquel ils ont une ressemblance parfaite. On est donc conduit à regarder tout ce massif comme formant un seul et même système: les roches qui bordent la Saône seraient alors des îlots du terrain an-

ciens, témoins qui prouveraient que la chaîne s'avancéait un peu plus à l'Est à la hauteur de Lyon.

§ 6. Ce terrain de transition forme une bande qui paraît assez continue: on retrouve en effet le schiste vert sur une grande longueur; mais, en outre, les montagnes d'Aujou, à 8 kilomètres au Nord-Ouest de Beaujeu, sont composées de roches feldspathiques appartenant à ce terrain, dont la nature porte à penser qu'il existe des porphyres dans la formation que nous esquisons.

Terrain de  
transition de  
Beaujeu.

Les roches principales qui composent ces montagnes sont :

Du feldspath compacte (pétrosilex), d'un gris très-foncé, presque noir, avec des parties plus claires; quelquefois ce feldspath est rubanné. Sa cassure unie présente des esquilles très-petites et visibles seulement à la loupe, excepté dans les parties où le feldspath devient d'un gris clair, passage qui s'observe fréquemment et d'une manière insensible. Il fond plus difficilement que le feldspath esquilleux et paraît être silicéux.

Pétrosilex

Ce pétrosilex contient fréquemment des nodules assez considérables de chaux carbonatée cristalline et des nodules d'amphibole. Cette dernière substance, d'un vert foncé, y forme de petits rognons composés de fibres très-déliées, qui partent d'un centre; elle forme aussi de petites veines qui courent dans tous les sens et se fondent même dans la pâte; elle s'y trouve enfin, mais plus rarement, en petites lames.

Une grauwacke, dont la pâte est le pétrosilex précédent avec les différens accidens que je viens

Grauwacke  
pétrosili-  
ceuse.

d'indiquer. A bien dire, c'est la même roche, qui passe insensiblement à la grauwacke par la présence de quelques galets qui ne sont jamais très-nombreux; les galets qui entrent dans sa composition sont de quartz hyalin, de quartz laiteux, de quartz lydien, d'une roche noire peu dure, difficilement fusible, paraissant pétrosiliceuse, de granite et de porphyre. Quelquefois les galets sont bien arrondis et portent tous les caractères d'avoir été long-temps triturés par les eaux; souvent aussi ils ne se distinguent pas très-bien de la pâte, qui paraît avoir exercé une action corrosive sur eux: dans ce dernier cas, il est impossible de les détacher. Ce sont principalement les galets de quartz laiteux blanc qui présentent cette disposition, de sorte qu'il est ordinairement très-difficile de dire si le quartz est en noyaux contemporains à la pâte, ou si, au contraire, il y constitue des galets.

Une roche d'un vert noirâtre foncé est intercalée dans les couches de feldspath compacte précédentes; elle est fusible en émail noir avec assez de facilité. D'après l'abondance des nodules et des petites veines d'amphibole dans le pétrosilex, on est porté à croire que c'est de la diabase, roche avec laquelle elle a beaucoup d'analogie. La composition de ce terrain de transition, dans lequel on ne voit cependant pas de véritables porphyres, conduit à adopter la supposition que j'ai émise, que certaines roches, comme celles de Saint-Bel, peuvent faire partie du terrain de transition de Tarare.

Outre les roches précédentes, les seules que j'aie vues en place, soit dans les communes de Propières, de Chenelette et de Poule, il existe à l'École

royale des Mines, dans les armoires du département du Rhône, des échantillons assez nombreux d'une grauwacke provenant également des montagnes d'Aujou, qui ont été recueillis par M. Dolomieu. Cette roche paraît un peu plus moderne que les précédentes; mais elle porte également les caractères assez habituels aux terrains de transition: elle est de couleur lie de vin très-micacée. Le mica s'y trouve de deux manières: il paraît former en partie la pâte de la roche, et exister en même temps en paillettes antérieures à elle. Les galets, nombreux, sont de toutes grosseurs; ils sont le plus ordinairement de feldspath compacte, de diabase et de porphyres. On y observe encore beaucoup de parties saillantes et des angles rentrants; la pâte est tellement adhérente que leur surface est toujours micacée, de sorte qu'ils ne paraissent pas aussi roulés que les galets de la grauwacke de Tarare.

Cette grauwacke est fort souvent schisteuse; elle est quelquefois traversée de petits filons blancs d'une demi-ligne au plus de puissance.

§ 7. Le terrain de transition dont nous venons de prouver l'existence sur plus de 12 à 15 lieues de long, depuis les environs de Tarare et l'Arbresle jusqu'au-delà de Beaujeu, se retrouve en quelques points sur le versant Ouest de la chaîne de Tarare. Les roches qui le représentent ne sont plus les mêmes: ce sont des calcaires noirs et des schistes argilo-calcaires. Nous avons observé en outre des feldspaths assez analogues à ceux des montagnes d'Aujou; mais n'y ayant pas trouvé de galets, nous n'avons pas osé les ranger dans les terrains de transition.

Le principal dépôt de ce calcaire est à Regny

Grauwacke  
lie de vin.

Calcaire de  
transition de  
Regny.

près Thizy; on en voit également quelques lambeaux entre Charolles et la Claytte et entre cette dernière ville et Charlieu; il est d'un noir foncé, en partie compacte, en partie saccharoïde; il blanchit un peu par son exposition à l'air. Ce calcaire contient une assez grande quantité de petites lames spathiques appartenant à des entroques plus reconnaissables à la surface des fentes: je n'y ai pas observé d'autres fossiles. Il est traversé par un grand nombre de petits filons de calcaire spathique, qui souvent n'ont que l'épaisseur d'un cheveu, mais quelquefois un pouce ou 2 de puissance. Ce calcaire est associé avec un schiste argilo-calcaire, très-fissile et se décomposant assez facilement. Les couches de ce calcaire et de ces schistes inclinent assez fortement vers l'Ouest.

Ce calcaire de transition est probablement de la même époque que les porphyres d'Aujou; il serait alors analogue à celui qui existe dans le terrain de transition des Vosges. Il est à peu près du même âge que celui qui forme l'étage supérieur des terrains de transition des Pyrénées, et peut être comparé au calcaire de transition des Anglais.

§ 8. Les montagnes qui séparent la Loire et l'Allier se tiennent à une hauteur assez considérable et présentent des sommités assez élevées: les principales sont le Mont-Herboix ou Pierre-sun-Haute, le Montouset et les Trois-Pointes de la Magdeleine; elles ont à peu près 1024, 850 et 750 toises. Leur constitution physique est, à quelques circonstances près, la même que celle du groupe des Tarare.

La grande route de Montbrison à Clermont,

Terrain ancien de la chaîne du Forez.

qui remonte la vallée du Lignon, depuis Boën jusqu'à Noire-Table, et qui suit ensuite celle de la Dorelle, depuis ce dernier village jusqu'à Thiers, coupe la chaîne dans toute son épaisseur, et en fait bien connaître la nature.

Dans le premier tiers de la route, depuis Boën jusqu'à Saint-Thurin, les roches que l'on rencontre sont analogues à celles du groupe de Tarare; seulement elles sont plus granitoïdes, quoique la pâte soit encore compacte. Leur passage du porphyre au granite est tellement continu, qu'il est souvent difficile de dire si on doit les regarder comme des granites ou comme des porphyres: on n'y trouve point de porphyre quartzifère.

Ces roches granitoïdes sont en général à petits grains; le quartz y est fort rare. Les cristaux de feldspath, qui sont fréquemment en partie compacte et sans éclat, se détachent de la pâte par leur couleur rouge assez foncée. Elles contiennent des parties d'un jaune verdâtre très-clair, qui se rapprochent de la serpentine ou de talc par leur peu de dureté, et qui donnent à ces granites beaucoup de ressemblance avec ceux que l'on trouve dans le terrain de transition des Vosges.

Entre l'Hôpital et Saint-Thurin, les porphyres et les granites alternent un grand nombre de fois avec des schistes argilo-talqueux, qui forment des couches inclinées vers le S. O. Ces schistes, quelquefois entièrement talqueux, contiennent des cristaux de feldspath, comme on l'observe dans la Tarentaise; mais leur présence ne prouve pas la protogine, si abondante dans les Alpes. Les schistes talqueux sont en outre associés avec

Alternance des schistes et des roches granitoïdes.

beaucoup d'amphibole; ils sont quelquefois traversés par de petits filons d'une roche assez analogue à la diabase, mais moins dure et paraissant mélangée de talc ou de serpentine. Malgré la fréquence de ces schistes, qui forment des réunions de couches, dont quelques-unes ont plusieurs centaines de mètres de puissance, ils occupent une très-petite surface relativement aux roches granitoïdes, et ils y sont toujours subordonnés.

Au sortir de Saint-Thurin, on trouve un granite à gros grains, dans lequel les cristaux de feldspath, d'un blanc rosé, ont quelquefois deux ponces de longueur. Ce granite forme la montagne de Saint-Julien et presque toute la partie centrale de cette chaîne; il se décompose facilement et tombe en sable. Cette circonstance est surtout très-prononcée sur le versant Est de la chaîne; aussi les pentes sont très-douces de ce côté et la culture s'élève jusqu'au sommet.

De nombreux filons feldspathiques traversent le granite dans tous les sens; ils sont composés ordinairement d'un granite rosé à très-petits grains; dans lequel le quartz est peu abondant: ces filons ont quelquefois plusieurs pieds de puissance; ils se coupent et se rejettent dans tous les sens.

Une lieue ou une lieue et demie, après avoir passé le faite de cette chaîne, le granite est remplacé par des porphyres analogues à ceux qui existent sur l'autre pente et par du gneiss.

Sur ce versant, les montagnes sont beaucoup plus escarpées, les roches, entièrement nues, qui saillent de tous côtés, offrent un contraste frappant avec la fertilité de la Limagne, et donnent aux environs de Thiers un aspect à-la-

fois imposant et pittoresque. Le calcaire forme, dans ce terrain, une couche réglée, connue, sur plusieurs lieues de longueur; on le voit à Champolly près Noire-Table, à la Bombarde, aux Salles et à Ferrières. La direction de cette couche est à-peu-près N.-S.: comme celles de toute la chaîne, elle a 20 mètres de puissance. Le calcaire qui la compose, toujours saccharoïde, est tantôt blanc, tantôt gris bleuâtre: on en a exploité quelques blocs pour la sculpture.

§ 9. Le pays à l'Ouest de Clermont, que l'on pourrait, par opposition aux chaînes de Tarare et du Forez, appeler la partie basse de ce terrain ancien; sa hauteur moyenne, ne surpassant pas 750 mètres (1), présente, comme nous l'avons indiqué, une composition très-uniforme, à l'exception peut-être des extrémités du plateau, où les roches schisteuses dominent. Dans tout le reste, on voit presque exclusivement du granite et du gneiss, roches qui passent fréquemment de l'une à l'autre. Quelquefois, comme dans le département de la Haute-Vienne, ces deux formations forment des chaînons différens; on peut alors les désigner sous le nom de formation granitique et formation schisteuse.

La formation granitique constitue uniquement la chaîne des montagnes au Nord de la Vienne; elle saille, en quelques points seulement, de la chaîne Sud, et forme encore quelques sommets de l'intervalle aux environs de Chantelombe. Le granite est à gros grains et à petits grains; il présente aussi une structure particulière, que l'on pourrait peut-être désigner par le nom de granite

Partie basse  
du plateau  
(Limousin).

Formation  
du granite.

(1) La hauteur de l'Allier au Pont-du-Château est de 313 mètres.

à grandes parties. Il constitue une chaîne particulière, qui est connue, dans le pays, sous le nom de chaîne de Chanteloube (1). Ce dernier granite est formé d'un assemblage de masses irrégulières cristallines, plus ou moins puissantes, de quartz hyalin blanc, gris ou brun, sublamellaire, ou massif de feldspath blanc, rose ou rougeâtre, laminaire et quelquefois en cristaux volumineux; enfin, de mica laminaire ou testacé, dont la couleur varie du blanc argentin au noir éclatant et au rouge foncé.

Sur quelques points, le feldspath est désagrégé et plus ou moins grenu; ailleurs, il est changé en kaolin, quelquefois il est remplacé par un feldspath à base de soude; d'autres fois enfin, une lépidolithe violette ou verdâtre tient la place du mica.

Cette variété de granite est riche en minéraux. On sait que l'émeraude y forme des masses assez volumineuses, reconnaissables par leur dureté, leur transparence et leur couleur légèrement verdâtre; il contient en outre de la chaux phosphatée grano-lamellaire gris verdâtre, du grenat rougeâtre dodécaèdre, du cuivre panaché, du fer arsenical, du wolfram, du fer phosphaté, et plusieurs espèces de manganèse phosphaté, qui ont été décrites par M. Alluaud de Limoges. C'est aussi dans ce chaînon que l'on trouve l'urane phosphaté; mais il est remarquable que, malgré l'abondance des minéraux, qui forment des parties accidentelles dans ce

(1) Je dois en partie ces renseignements à M. Manès, Ingénieur des mines, résidant à Limoges, qui m'a fait l'amitié de me communiquer quelques notes, et qui a eu la complaisance de me servir de guide dans plusieurs courses que j'ai faites dans les environs de cette ville,

Abondance  
des  
minéraux.

granite, on n'y trouve pas l'étain oxidé que nous allons indiquer dans un autre granite, qui constitue principalement la chaîne de Blon, également au Nord de la Vienne, mais séparée de celle de Chanteloube; la première de ces deux chaînes est composée de granite à gros grains et de granite à grains moyens. Le granite à gros grains, en occupe la partie centrale, il n'offre point d'indice de stratification: quelquefois il contient de beaux cristaux de feldspath, qui lui donnent la structure porphyrique; nulle part, d'ailleurs, il ne contient de substances étrangères.

Le granite à grains moyens occupe les deux versans de la chaîne; il est composé d'un mélange intime de feldspath blanc jaunâtre, laminaire et grenu, de quartz gris, amorphe et de peu de mica noir: très altérable, son feldspath est souvent à l'état de kaolin; ce granite est distinctement stratifié. A Vaulry, la direction de ses bancs est N.-N.-O.-S.-S.-E. et la puissance de ceux-ci de 0<sup>m</sup>,40. Ce granite passe au greisen par la disparition du feldspath et l'augmentation du mica: cette dernière roche ne forme que des amas irréguliers; elle contient presque toujours du wolfram lamellaire et quelquefois de l'étain oxidé amorphe.

Le granite à grains moyens est traversé par un grand nombre de filons stannifères; les uns sont dirigés sous l'angle de 60° avec le méridien magnétique, les autres sous l'angle de 30°. leur puissance varie de 0<sup>m</sup>,05 à 0<sup>m</sup>,35; la gangue qui les accompagne est d'argile lithomarge ou de quartz hyalin; un seul était entièrement formé de chaux fluatée, violette, laminaire, ils ont pour substance le greisen ou le granite, et sont toujours très-

Filons d'étain dans le granite.

adhérens à la roche des parois. On a remarqué que ceux à saiebandes de greisen étaient plus stannifères que les autres ; qu'il en était de même des filons les plus minces à l'égard des plus puissans ; que ces derniers étaient généralement formés d'un quartz compacte, stérile ou chargé de wolfram et de fer arsenical ; tandis que les moins épais étaient composés d'un quartz carié avec étain oxidé en plus ou moins grande quantité, et mélangé de wolfram de fer arsenical, de fer arséniate et de molybdène sulfuré.

Formation  
de gneiss.

§ 10. La formation schisteuse constitue toute la vallée de la Vienne ; elle occupe une grande partie de la chaîne méridionale et forme les extrémités du plateau de terrain ancien. Aux environs de Limoges, elle se compose de couches alternatives de granite et de gneiss, et offre quelques bancs subordonnés de pegmatite et d'amphibolites ; le granite est à grains moyens ou à grains fins ; le gneiss, également de deux sortes, passe au granite quand il est à grains moyens, ou au schiste quand il est très-micacé.

Filons d'elvan dans le gneiss.

Le gneiss de Limoges affecte une direction générale du N.-E. au S.-O. Il est traversé, non loin de cette ville, par des filons de porphyre entièrement semblable à celui désigné en Cognouailles, sous le nom d'elvan. Leur direction, fort régulière, est du N.-N.-E. au S.-S.-O. : on les suit depuis la route du Pont-Rompu jusqu'à celle de Saint-Leonhard : ce porphyre, composé d'une pâte feldspathique rougeâtre ou blanchâtre, contient des cristaux de feldspath, des grains amorphes de quartz et des cristaux imparfaits d'amphibole vert sombre ; il passe au porphyre argileux ou stéatiteux ; il se décompose très-facilement.

Les filons stannifères ne s'observent, dans cette formation, qu'aux environs de Vaulry ; ils y affectent la même disposition et la même puissance que ceux qui traversent la roche de granite au même lieu, mais ils sont plus pauvres et encore moins nombreux que ceux-ci.

Filons d'étain dans le gneiss.

Sur les frontières du terrain ancien, la formation schisteuse offre beaucoup moins de roches granitoïdes et beaucoup plus de roches amphiboliques ; on peut dire qu'alors elle ne se compose plus que de couches de gneiss à pâte plus ou moins fine et d'amphibolites schistoides. On y trouve, en amas parallèles, du calcaire, à Sussac près Eymoutiers ; il y est intercalé dans un gneiss à couches presque verticales de calcaire, de couleur gris clair, est toujours plus ou moins laminaire, et renferme souvent du mica.

§ 11. La serpentine forme des couches subordonnées ou plutôt des amas dans un grand nombre de lieux : on la voit au Nord du département de la Haute-Vienne, près de la ville d'Aubrun, au centre, à la Rivière, à la Roche-l'Abeille et au Martoulet ; enfin, au Sud, près la Coquille. Les dépôts de la Coquille et la ville d'Aubrun sont encaissés dans des roches de gneiss, qui offrent la même inclinaison au toit et au mur. Celui du Martoulet s'appuie sur un terrain de gneiss et de petit granite ; il est recouvert par de l'amphibolite et du gneiss, qui sont en couches parallèles à la Roche du Mur.

Amas de serpentine.

On connaît également de la serpentine dans les départemens de la Corrèze, de l'Aveyron, de la Lozère, etc. : aux environs d'Argental, le gneiss, qui est talqueux, en renferme, à  $\frac{1}{2}$  lieue de Cahus, sur la Cer, une couche de 18 mètres de puis-

sance, qui est exploitée comme marbre. Aux environs de Najac, dans le département de l'Aveyron, on observe une formation de serpentine et de calcaire qui occupe presque tout l'espace compris entre Najac et Notre-Dame-de-Laval; elle est rarement pure; tous les échantillons sont mélangés de mica et de quartz bleuâtre: cette serpentine, associée avec la pierre ollaire, est encaissée dans le gneiss.

Parmi ces dépôts, un assez grand nombre paraissent être sur une même ligne, et M. Cordier (*Annales des Mines*, tome 2) croit devoir les rapporter tous à une même source, puissante, régnant au pied du revers oriental des montagnes primitives de l'intérieur de la France. Nous n'adoptons pas entièrement cette opinion, ayant vu des amas de serpentine, ceux de la Coquille et de la ville Aubrun par exemple, qui nous paraissent ne pas être dans la même ligne que les autres, et qui, de plus, sont circonscrits dans tous les sens; il est donc plus naturel de les regarder comme des amas, parallèles aux couches de la formation de gneiss, et probablement contemporains au terrain.

Je fais remarquer cette circonstance: plusieurs géologues présumant que les serpentines sont dues aux mêmes causes que les porphyres du grès rouge. Il me paraît en effet probable qu'il existe des serpentines produites dans des circonstances analogues à ces porphyres; mais il me paraît indispensable aussi d'admettre qu'il en existe dans les terrains anciens, sur l'origine desquels on n'est pas à la vérité entièrement d'accord.

Les pégnatiques et les kaolins de Saint-Yriex forment des veines et de petits filons dans les

Amas de kaolin.

roches de gneiss et d'amphibolites. Les veines, généralement peu puissantes, ont peu d'étendue en largeur, mais elles sont très-nombreuses: quelquefois, après avoir suivi la roche, elles la coupent tout-à-coup et prennent l'apparence de filons; d'autres fois, elles augmentent considérablement de puissance et forment de grands amas. Les petits filons, très-abondants, sont toujours adhérens à la roche. Les kaolins sont caillouteux ou argileux; ils passent à la pégnatite d'une manière insensible, ce qui prouve qu'ils sont le produit de leur décomposition. Les beaux kaolins se trouvent dans les lieux où les roches sont les plus décomposées et où les filtrations sont les plus abondantes.

§ 12. Le calcaire saccharoïde forme aussi des couches subordonnées dans le gneiss; nous en avons vu dans plusieurs endroits, notamment à Chavignac près Mauriac (Cantal), où il est exploité. Le calcaire y est saccharoïde blanc, passant au bleuâtre, comme la variété connue sous le nom de bleu turquin. Ces couches calcaires se prolongent suivant le cours de la Dordogne; on les retrouve à Archers, Roche-lès-Peyroux, etc. A Sussac, près Eymoutiers (Creuse), lieu que nous venons de citer; à Fontblanche, près Lodève (Hérault); dans les montagnes de Saint-Pons, qui font partie de la montagne Noire, on observe le même phénomène.

§ 13. Il existe en outre, dans ce dernier groupe, des couches de quartz compacte, bleuâtre. Ce quartz devient souvent schisteux par un mélange de mica, et passe ainsi au gneiss. Près de la Braquerone, entre Milhan et Rodez, on voit une petite couche de quartz hyalin composée de très-

Calcaire dans le gneiss.

Couches subordonnées de quartz.

Fer oxidulé  
dans le  
gneiss.

petits cristaux, ce qui lui donne la structure grenue; enfin, près de Saint-Cyprien (Aveyron), il existe des amas immenses, peut-être des couches de quartz blanc laiteux, fétide, intercalés dans le terrain ancien, et contenant des amas contemporains d'hématites brunes analogues à celles de l'Ariège.

§ 14. J'ajouterai à ce court aperçu sur ces terrains anciens quelques mots sur la présence du fer oxidulé, qui s'y trouve disséminé dans un assez grand nombre de points. Il existe dans un schiste talqueux entre Aurillac et Mont-Jalvi, dans du gneiss, au Bar, à quelques lieues de Crameaux; mais il est sur tout disséminé en grande abondance; près de Villefranche, à la montagne de Combenevres sur la rive gauche de l'Aveyron. Le terrain qui compose cette montagne est un gneiss assez micacé, passant fréquemment au granite, et contenant des amas de porphyre. On peut même dire que le granite et le porphyre y sont intimement liés ensemble; car on voit de petits filons de cette dernière roche traverser le granite dans tous les sens et se fondre avec lui.

Le fer oxidulé se présente dans le gneiss de Combenevres de deux manières différentes: il y forme quelques amas lenticulaires qui ont jusqu'à 30 mètres de diamètre; mais le plus ordinairement, le fer oxidulé est partie intégrante du granite; il y remplace le mica, précisément de la même manière que le fer oligiste remplace quelquefois cette substance dans le schiste micacé, et notamment à Ita Columi, au Brésil. Cette disposition du fer oxidulé donne à la roche la structure rubannée, de sorte que de loin le minéral de fer se détache en bandes noires, comme le ferait le

mica. Le fer oxidulé n'est pas disséminé dans tout le terrain de gneiss; il forme une couche subordonnée dont la puissance est à peu près de dix-huit pieds. Elle a été reconnue sur une assez grande étendue par des tranchées qui ont été ouvertes dans le but d'exploiter ce minéral, très riche, mais difficile à traiter à cause de son mélange intime de quartz.

Les échantillons de ce gneiss présentent souvent le magnétisme polaire.

§ 15. Les filons métallifères sont abondans dans ce terrain. On y trouve de la galène; près d'Issengeaux et de Pontgibault. A Wezin, dans le département de l'Aveyron on a exploité pendant quelque temps de la galène et du plomb phosphaté à Serre, dans la commune de la Bastide, même département, où il existe des filons peu riches de galène et de plomb phosphaté. Les mines de Villefort sont exploitées dans ce terrain.

A l'Est du Vigan, on trouve des fragmens de quartz imprégnés de cuivre carbonaté, provenant sans doute de quelques affleuremens de filons.

L'hématite y existe également en amas à Kaimar, près Saint-Cyprien; en filons à Ambialet et Villefranche, près Alby. L'antimoine y est exploité à Malbosq, dans la Lozère.

#### Du terrain de transition.

§ 16. Le terrain ancien que nous venons d'indiquer est presque toujours recouvert immédiatement par des terrains secondaires. Cependant nous avons déjà décrit, § 6 et 7, des terrains de transition sur les versans du groupe de Tacane. Il en existe encore vers l'extrémité Sud de ce plateau, qui forme, comme nous l'avons dit,

une espèce de péninsule. On observe sur les deux revers de la chaîne une bande très-étroite et peu continue de terrain de transition; sur le revers Nord, il existe principalement aux environs de Belmont, du pont de Camarès et de Saint-Maurice (Aveyron); sur le revers Sud, il est plus considérable et plus continu; il forme une bande de plusieurs lieues, près de Caunes (Aude), et se retrouve entre Orlagues, Bédarieux et Lodève. Il est assez probable que le terrain de transition est plus continu que nous ne l'indiquons, les flancs de cette chaîne primitive étant recouverts presque partout d'un schiste argileux analogue à celui que nous allons indiquer à Caunes, alternant ici avec des calcaires de transition.

Terrains de transition de Belmont, etc.

§ 17. Le premier groupe de terrain de transition que nous venons d'indiquer se montre à l'Ouest, du côté de Belmont. En ce point, la chaîne de montagnes présente la coupe suivante: le noyau qui forme le centre et qui s'étend de Saint-Pons à la Caune est de granite passant au gneiss. Un schiste talqueux, verdâtre, alternant avec des couches de calcaire compact et de calcaire saccharoïde blanc grisâtre, repose sur les deux flancs de ce noyau primitif. Sur le revers du côté du département de l'Aveyron, on observe une grauwaacke composée de noyaux de schiste talqueux, de schiste argileux, de quartz et de calcaire, reliés soit par un ciment de schiste, soit par un ciment siliceux. Cette roche arénacée passe insensiblement à un grès à grains fins dont la pâte est silicéo-ferrugineuse: il présente alors tous les caractères du vieux grès rouge du Breconshire; il contient très-fréquemment,

comme lui, de petits filons de quartz. Ces filons ne courent pas dans tous les sens comme ceux qui existent dans les calcaires, et ils ne se prolongent pas dans les couches massives qui alternent avec le grès. Ce terrain se continue jusqu'au-delà du pont de Camarès, petite ville située dans une anse de terrain ancien. A une lieue et demie de cette ville, on rencontre, en gravissant la montagne à laquelle elle est adossée, une couche de schiste tellement bitumineux, qu'il est employé comme combustible par les habitants du pays. Ce schiste est un anthracite imparfait. Un peu plus à l'Est, en marchant vers Saint-Maurice, on observe un schiste analogue, alternant avec du calcaire de transition. A une lieue de cette ville, il existe un poudingue renfermant du talc entrelacé. La pâte de ce poudingue est un calcaire jaune; les noyaux sont de calcaire saccharoïde: il présente des veines de quartz agate. Enfin, si l'on traverse de Saint-Maurice à Lodève, on rencontre des couches d'un schiste brun rougeâtre, pailleté à la manière des grauwaackes, passant à un schiste bleuâtre analogue à de l'ardoise. M. Combes annonce avoir vu dans ce schiste trois feuilles analogues à celles des fougères. Cette impression végétale, qui prouve d'une manière certaine la postériorité de ce schiste, le relie en même temps avec l'anthracite imparfait du pont de Camarès.

§ 18. La bande méridionale du terrain de transition est plus continue que la précédente, sur-tout dans la partie qui s'appuie sur la montagne Noire: elle est composée de schiste argileux et de schiste talqueux, alternant avec du calcaire gris et gris rougeâtre. Souvent le calcaire

Terrain de transition de la montagne Noire.

et le schiste sont entrelacés à la manière du marbre Campan. Le calcaire est toujours compacte, à cassure esquilleuse : il contient des entroques et des caryophiles, qui, remplacées ordinairement par du calcaire lamelleux, donnent un aspect assez agréable au marbre.

Le calcaire n'est pas à beaucoup près la roche dominante de ce terrain de transition ; celles qui forment la masse sont des schistes argileux et argilo-talqueux, renfermant presque constamment, à la vérité, des nodules ou des amas de calcaire. Ces schistes de transition sont analogues à ceux qui forment une bande continue depuis l'extrémité de la montagne Noire jusqu'au-delà de Lodève ; ce qui me fait penser que ces derniers doivent être également regardés comme de transition, quoique je n'aie trouvé de fossiles que dans la partie qui avoisine Caunes (Aude), lieu où il existe une scierie de marbre et un atelier de polissage. Ce marbre est également exploité au Bourget, situé à l'Est de Caunes. Les produits de ces carrières, employés généralement dans le pays, sont également transportés à Paris.

Ce terrain de transition me paraît être un des plus anciens ; il est assez analogue à celui de Plymouth, qui appartient à l'étage inférieur des terrains de transition anglais.

Au pont de la Mouline, près Lodève, le terrain de transition se montre de nouveau. Le schiste alterne avec un calcaire jaunâtre cristallin, tapissé dans quelques cavités de petits cristaux de dolomie. Le calcaire est lui-même magnésien ; il est associé à un schiste calcaire dont les feuillets sont talqueux. Ce calcaire est recouvert par un schiste bitumineux, à feuillets

contournés, très-analogue à celui que nous avons indiqué aux environs du pont de Camarès et de Saint-Maurice.

§ 19. On trouve quelquefois des dépôts de gypse placés immédiatement sur le granite. Ces dépôts ne sont pas recouverts, de sorte qu'il est très-difficile d'assigner leur âge ; cependant, d'après leur position et surtout d'après leur analogie avec des gypses associés aux couches inférieures du terrain jurassique, il est très-probable qu'ils doivent être rapportés à cette formation. J'ai cru néanmoins devoir les indiquer à la suite des terrains anciens. On en voit aux environs de la Salle, dans le département du Gard, et près de Varen, dans l'Aveyron.

Gypse sur le granite.

NOTE sur la Glaubérite de la Mine de sel  
de Vic;

PAR M. DUFRENOY, Ingénieur des Mines.

ON a découvert dans la mine de sel de Vic, principalement dans les bancs de sel le moins pur, des veinules et des amas d'un minéral qui a été désigné sous le nom de *polyalithe*.

M. Berthier a publié, dans le tome X des *Annales des mines*, page 261, des analyses de cette substance qui le portent à conclure qu'il y a dans cette localité deux variétés de polyalithe; il désigne l'une sous le nom de polyalithe rouge, et l'autre sous celui de polyalithe gris. D'après leur composition, il conclut que la première paraît être un mélange de glaubérite, de muriate de soude, d'argile ferrugineuse et de sulfate de chaux, et que la seconde pourrait être également une glaubérite dans laquelle le sulfate de magnésie remplacerait une quantité équivalente de sulfate de chaux et de magnésie. M. Benoit, ancien élève de l'École des mineurs de Saint-Étienne, a trouvé des cristaux assez complets de la première variété, qui confirment la supposition de M. Berthier: leur forme est celle d'un prisme rhomboïdal très-oblique, portant des tronçatures sur deux arêtes adjacentes de la base.

Il existe un clivage très-facile parallèlement à la base; il est indiqué dans les cristaux non fracturés par les anneaux colorés que l'on remarque sur cette face, et ensuite par les stries parallèles

aux arêtes, stries qui sont dues ici à de petites faces parallèles, en retraite les unes sur les autres comme les marches d'un escalier.

Cette substance présente aussi des clivages parallèles aux petites faces qui sont sur les arêtes contiguës de la base: ils m'ont paru être moins faciles que celui suivant la base. Ces faces sont très-éclatantes, elles correspondent à la forme primitive de la glaubérite adoptée par M. Brongniart. Les angles sont sensiblement les mêmes, comme il résulte de la comparaison suivante entre les cristaux de glaubérite de Vic et ceux de Villa-Rubia.

Dans la glaubérite de Vic, j'ai trouvé que l'inclinaison

De la base sur les faces verticales de la	
Forme primitive.....	P sur M ou sur M' = 104.65 (1)
Des deux faces du prisme M sur M'.....	83.15
De la base sur les faces secondaires P sur e ou sur e'.....	136.45
Des deux faces secondaires entre elles e sur e'.....	116.30
De la face secondaire sur la face primitive M sur e	
ou M' sur e'.....	147.26.

M. William Phillips donne pour les angles de la glaubérite de Villa-Rubia les valeurs suivantes:

P sur M et sur M'...	104°, 15'
M sur M'.....	83°, 20'
P sur e ou sur e'.....	137°, 09'
e sur e'.....	116°, 20'
M sur e ou M' sur e'..	147°, 40'.

Les autres caractères du polyalithe de Vic sont

(1) On a donné ici l'angle obtenu directement par le goniomètre: celui calculé serait 104°, 11'.

également d'accord avec ceux de la glaubérite. La pesanteur spécifique de la

Première substance est de...	27.09
Celle de la seconde.....	27.36.

Les cristaux de la glaubérite de Vic sont souvent colorés en rouge; mais on voit d'une manière évidente que cette coloration est due à l'interposition d'argile ferrugineuse: en effet, souvent une partie du cristal est colorée, tandis que l'autre est incolore.

Lorsqu'elle est pure, la glaubérite est transparente, limpide et incolore, très-éclatante, surtout sur les faces qui appartiennent à la forme primitive. Elle m'a paru s'altérer moins facilement par l'action de l'air que la glaubérite de Villia-Rubia. Elle se décompose également par l'eau, et laisse un résidu de sulfate de chaux souvent mélangé d'argile ferrugineuse.

Cette substance se fond avec une grande facilité, et par le refroidissement elle se prend en une masse cristalline, qui présente les formes de la glaubérite.

D'après cette description, il ne doit rester aucune incertitude sur l'identité du polyalithe de Vic et de la glaubérite de Villa-Rubia; quant au polyalithe d'Ischel, en Autriche, qui a été trouvé également avec le sel gemme, on doit, d'après l'analyse de M. Stromeyer, le regarder comme une espèce particulière.

*Note sur la différence de consommation qui a lieu dans la production de la fonte blanche ou de la fonte grise;*

PAR M. H. FOURNEL, Ingénieur des Mines.

QUAND on donne les produits et les consommations des hauts-fourneaux, il est toujours question de fourneaux roulans en gueuse, et presque jamais on ne s'occupe des fourneaux dont la fonte est employée en moulages; ou, en d'autres termes, on ne présente que les résultats du travail de la fonte blanche, en négligeant ceux auxquels donne lieu le travail de la fonte grise. Comme la différence de consommation en combustible est énorme selon que l'on veut produire l'une ou l'autre fonte, il n'est peut-être pas inutile de publier quelques renseignemens dont on peut garantir l'exactitude, qualité qui, en pareille matière, est plus rare qu'on ne le pense.

A la suite des quantités de fonte produites et des quantités de charbon consommées pendant quatre années consécutives au fourneau de Brousseval, situé près de Wassy (Haute-Marne), fourneau dans lequel toute la fonte est versée, dans des moules, je placerai le produit et la consommation du fourneau en gueuse de Tempillon, qui n'est distant du premier que d'une demi-lieue, et qui, se trouvant placé dans les mêmes circonstances, traite des minerais tirés des mêmes localités et des charbons provenant des mêmes forêts.

*Usine de Brousseval ( fonte grise ).*

	Fonte produite expri- mée en kilogr.	Nombre de bannes consommées.	Nombre de bannes p <sup>r</sup> . 100 kil. de fonte.
Année 1824.	686729.k.	1353b.54	2.916
1825.	702617.	1333. 21	1.98
1826.	762263.50	1446. 99	1.90
1827.	770626.50	1480. 16	1.92
	2922236.	5613.b90.	

Dans la partie basse de la petite vallée de la Blaise, la banne se compose de trente-deux rasses, et chaque rasse de 4 pieds cubes: ainsi la banne est de 128 pieds cubes.

Or, la consommation moyenne des 4 années est de banne 1,92 pour 1000<sup>k</sup>.; c'est donc, pieds cubes, 245.72 pour produire 1000<sup>k</sup> de fonte grise.

Les charbons brûlés à Brousseval sont des charbons mêlés qui pèsent 7<sup>k</sup>,50 le pied cube; ainsi, 1843<sup>k</sup> de charbon donnent 1000<sup>k</sup> de fonte grise, c'est 1,84 de charbon pour un de fonte grise.

Examinons maintenant les résultats obtenus avec les mêmes matières premières employées à produire de la fonte blanche.

*Tempillon* (( fourneau en gucuse ).

1 <sup>er</sup> , fondage.	1822—	.. 279282 kil.	.. 40.275 bannes.
2 <sup>e</sup> ,	1822—1823.	.. 443281...	.. 590.46
3 <sup>e</sup> ,	1823—1824.	.. 656607. ....	.. 854.63
4 <sup>e</sup> ,	1824—1825.	.. 713537....	.. 952.10
5 <sup>e</sup> ,	1825—1826.	.. 637794....	.. 830.62
6 <sup>e</sup> ,	1826—1827.	.. 611697....	.. 872.95

3,360,198 kil. 4503.51 b.

C'est, terme moyen, 1<sup>b</sup>,34 par 1000 kilog., ou, en d'autres termes, il a fallu, pieds cubes, 171,52 pour produire 1000 kilogr. de fonte blanche. En poids, ce serait 1,286 de charbon pour un de fonte.

De la comparaison de ces résultats, il suit que si V représente le volume de charbon nécessaire pour produire un poids donné de fonte blanche,

$V = v + \frac{v}{2.31}$  sera le volume nécessaire pour produire le même poids de fonte grise.

Or, un maître de forges sait toujours très-bien à quel prix lui revient le pied cube de charbon, et il est clair qu'avec cette formule, d'où l'on tire

à volonté la valeur de V ou de v, il pourra calculer la dépense ou l'économie qu'amènera le passage d'un genre de travail à l'autre.

Si, comme dans les usines de Normandie, les consommations étaient connues en poids, il faudrait se servir de la formule  $P = p + \frac{p}{2.28}$ ,

où p exprime le poids de charbon nécessaire pour obtenir un poids donné de fonte blanche, et P le poids de charbon qu'il faudrait employer pour obtenir un poids de fonte grise égal à celui de la fonte blanche.

Lorsque l'on a pour but d'obtenir des fontes destinées à l'affinage (1), on cherche à mettre, pour chaque charge de charbon, toute la quantité de mine que cette charge peut porter: c'est sur-tout à la quantité qu'on vise. Pour obtenir les fontes destinées au moulage, le problème est plus compliqué: ici la qualité entre en première ligne; la quantité doit être la plus grande possible, sans doute; mais la fonte ne devant être ni trop grise ni claire, la quantité est diminuée par les proportions que l'on emploie pour arriver au résultat voulu. On pourrait croire que, dans les fourneaux où l'on vise à la quantité, il y a quelquefois surcharge de mine, par rapport à la charge de charbon, que par suite des portions de mine ne sont pas bien réduites, et que,

(1) Ceci n'est point dit pour les fontes qui doivent donner des fers de qualité. Les excellents fers connus dans le commerce sous le nom de *fers de roche* sont faits presque toujours avec des fontes grises.

J'ai bien vu aussi des fontes blanches manganésifères de Savoie, qui, traitées par la méthode bergamasque, donnaient d'excellents fers; mais je parle des fontes ordinaires.

sous ce rapport, le traitement est moins avantageux. Il est donc permis de se demander si une quantité donnée de mine rend le même poids de fonte lorsqu'elle est traitée pour fonte blanche ou pour fonte grise. Voici un tableau qui formera notre opinion sur ce point, et qui confirmera ce que l'on entrevoit *à priori*.

*Fonte blanche.*

Fondage.	Années.	Poids de fonte.	Queues de min. (1).	mines p. 1000 kil.
1 <sup>er</sup> .	1822—...	297,282 kil.	727.62.....	2.45
2 <sup>e</sup> .	1822—1823	443,281	1267.62.....	2.85
3 <sup>e</sup> .	1823—1824	656,607	1679.00.....	2.55
4 <sup>e</sup> .	1824—1825	713,537	1922.66.....	2.69
5 <sup>e</sup> .	1825—1826	637,794	1739.75.....	2.72
6 <sup>e</sup> .	1826—1827	611,697	1641.50.....	2.69
		3,360,198	8978.15.	

Ainsi, terme moyen, il a fallu, queues, 2,67 pour 1000 kilog. de fonte blanche.

*Fonte grise.*

Années.	Poids de fonte.	Queues de mines.	Q. de min. p. 1000 kil.
1824.	686,729 kil.	1742 .02 . . .	2.54
1825.	702,617	1086 .25 . . .	2.54
1826.	762,262.50	2154 .66 . . .	2.82
1827.	770,626.50	2181 .17 . . .	2.80
	2,922,236	7854 10	

La moyenne du travail de ces quatre années est, queues, 2,68 pour produire 1000 kilog. de fonte grise. On voit que le résultat est le même, que la différence dans le mode de travail n'influe que sur la quantité relative de charbon, et que le maître de forges qui voudrait changer son travail n'aurait à tenir compte que d'un élément.

(1) La queue est de 16 pieds cubes.

*Essais sur la réduction des scories de forges et des minerais de Nassau et de Lebach, au moyen des fours à réverbère, autorisés par M. le Conseiller supérieur des mines, usines et salines de Prusse, chevalier de la Croix de Fer, etc., et exécutés par M. le comte de Vanderbrück, du 1<sup>er</sup> au 12 mars 1825.*

NOTE RÉDIGÉE PAR M. MARGERIN,

Ancien Élève de l'École polytechnique et de l'École des Mines.

Le four à réverbère dont on s'est servi est construit en briques; la sole est un sable quarzeux, elle repose sur une contre-sole d'argile et poussier de charbon battus ensemble, qui repose elle-même sur une autre sole en briques; elle est presque plane et horizontale, à cela près qu'elle se relève un peu près du rampant; sa longueur est 7 pieds 4 pouces [mesure du Rhin (1)]; sa largeur à peu près constante est 4 pieds. La grille est à 14 pouces au-dessous du niveau de la sole; elle est carrée et a 2 pieds de côté; elle est formée de 14 à 15 barres de fer de 10 lignes d'équarrissage, espacées de 1 pouce. La hauteur du pont au-dessus de la sole est 5 pouces. La voûte est presque plane, elle ne se courbe sensiblement que près de la chauffe et du rampant, vers lequel elle s'incline; sa hauteur au-dessus du pont est 14 pouces, et au-dessus de la sole au rampant, 7 pouces. Le trou de coulée est au-dessous de la porte de travail.

(1) Le pied du Rhin = 0<sup>m</sup>,313.

Avant de commencer les essais, on a chauffé le four jusqu'à la température d'environ  $146^{\circ}$  pyr. W., en ayant soin d'entretenir le combustible sur la grille à une hauteur de 14 pouces, afin d'avoir un courant réductif : cette disposition a été constamment observée pendant toute la durée des essais.

*Essais sur la réduction des scories de forges.*

1. On a chargé sur la sole un mélange intime de 1000 livres (1) de scories pulvérisées, 200 de chaux éteinte à l'air, et 4 ppp. de poussier de charbon, et on a élevé peu à peu la température jusqu'à  $156^{\circ}$ ; après 1 heure  $\frac{2}{3}$ , la fusion a commencé; après 4 heures, elle était complète. Ici, comme dans le travail du *fine-metal* la fusion a été accompagnée d'un très-grand dégagement de calorique; la matière bouillonnait fortement et lançait des jets de flamme d'un blanc éblouissant; au bout de 1 heure 45', elle devint d'une telle fluidité, qu'elle se fit jour à travers la sole, et commença à couler sous la grille. On a aussitôt percé; les scories coulèrent comme de l'eau, et il resta sur la sole une masse en grumeaux noirâtres, faiblement malléables, qui a été reconnue pour du fer légèrement carburé; cette masse a pesé 70 livres, ou 0,07 des scories de fer. Les scories obtenues étaient lourdes, imparfaitement réduites, et avaient subi un commencement de cristallisation. L'opération a duré 5 heures 45', et a consommé 36 quintaux de houille, savoir : 20 pour l'échauffement préalable du four, et 16 pendant la durée de l'essai.

(1) 216 liv. 8 onc. de Berlin = 100 kilog.

2. On a attribué la réduction incomplète des scories, dans l'essai précédent, à la trop grande fluidité des matières, qui a nécessité la coulée bien avant que la réaction ne fût opérée; on a alors augmenté la quantité de poussier, afin de diminuer la fluidité. La sole étant réparée et le four échauffé, on a chargé le mélange suivant : 1000 livres de scories, 200 livres de chaux, et 5 ppp. de poussier de charbon. On a observé les mêmes phénomènes que précédemment, à cela près que la fluidité a été moindre et le dégagement de chaleur plus intense. Après 4 heures 50', la matière a commencé à couler sous la grille, on a aussitôt percé; les scories ont coulé très-liquides et très-chaudes, et il est resté sur la sole une masse de fer d'une couleur plus claire que le précédent; cette masse a pesé 105 livres, ou 0,10 des scories de forge. Les scories obtenues ont cristallisé constamment par le refroidissement; elles étaient, comme précédemment, lourdes et imparfaitement réduites. La sole était entièrement détruite.

3. La réduction des scories n'ayant point été complète, on a encore augmenté la quantité de poussier de charbon, et pour diminuer en outre l'action rongearde de la matière sur le sol, on a diminué la quantité de chaux; enfin pour prolonger suffisamment le contact des scories avec la chaux et le charbon, et laisser à la réduction le temps de s'opérer, on a conduit l'opération autrement qu'on ne l'avait fait jusqu'ici, et de la manière suivante :

La sole étant refaite entièrement et le four échauffé, on a chargé le mélange suivant : 1000 livres de scories, 100 de chaux, 7 ppp. de

poussier de charbon ; on a donné un coup de feu violent pendant 9 à 10', dans le but de faire fondre une couche mince à la surface du mélange, pour empêcher le poussier de charbon de brûler pendant la suite de l'opération ; on a ensuite ramené la température à la couleur rose et on l'a maintenue ainsi pendant 10 heures, dans le but de prolonger le contact des matières et d'opérer complètement la réduction ; après les 10 heures, on a encore élevé fortement la température, afin de séparer par la fusion les nouvelles scories du métal réduit ; au bout de deux heures, la fusion était complète. On a observé le même bouillonnement et les mêmes jets de flamme que précédemment, et en outre quelques jets bleuâtres. On a percé ; les scories ont coulé très-liquides, et commençaient encore à se faire jour sous l'autel ; il est resté sur la sole une masse de fer malléable, d'assez belle apparence, qui a pesé 210 livres, ou 0,21 des scories de forges. Les scories obtenues ont cristallisé en partie confusément. On peut distinguer dans l'opération trois époques distinctes, qui peuvent se désigner ainsi : *l'encroûtement, la réduction et la fusion* ; elle a duré en tout 12 heures 10', et consommé 17 quintaux de houille, indépendamment de celle consommée pour l'échauffement du four avant l'essai.

4. La sole ayant encore été attaquée dans l'essai précédent, quoique beaucoup moins que dans les essais antérieurs, on a pensé que la réaction ne s'était pas opérée complètement faute d'un contact assez prolongé entre les matières : on a alors augmenté le temps de la réduction. Le four étant en état, on a chargé le même mélange que précédemment ; l'encroûtement a duré

11 minutes, la réduction 23 heures, et la fusion 2 heures 49'. A la percée, les scories ont coulé très-chaudes, mais plus tenaces que précédemment ; il est resté sur la sole une masse de très-beau fer malléable, qui a pesé 290 livres, 0,29 des scories de forges. Les scories obtenues ont confusément cristallisé ; elles étaient moins lourdes que celles obtenues dans les essais précédents. L'opération a duré 26 heures, et a consommé 24 quintaux de houille, indépendamment de celle consommée pour l'échauffement du four. La sole était cette fois en assez bon état, mais imprégnée de scories réduites, et son niveau avait baissé d'environ 18 lignes.

5. On avait atteint en partie le but que l'on se proposait, il ne restait plus qu'à préserver la sole de l'imprégnation des scories. On s'est rappelé que, dans les fours où l'on fait le fine-metal, la sole dure souvent plusieurs semaines sans être pénétrée ou dissoute par les scories, et on a pensé que cela tenait à l'interposition de la fonte entre la sole et les scories. On s'est décidé à employer ce moyen :

Le four étant mis en état, on a étendu sur la sole 600 livres de fonte demi-blanche en brocailles, et on a chargé par-dessus le mélange suivant : 600 livres de scories, 120 de chaux, et 4 ppp.  $\frac{1}{2}$  de poussier de charbon. A la percée, les scories ont coulé chaudes et épaisses ; il est resté sur la sole une masse métallique sous forme pâteuse, qui a paru intermédiaire entre le fer et le fine-metal : cette masse a pesé 757 livres. Il s'est formé deux sortes de scories : l'une, lourde, riche, cristallisée ; l'autre, légère, pâteuse, nageant à la surface de la première pendant la fusion, et dont

une partie est restée attachée aux parois du four. Pour calculer le résultat, on a considéré que 600 livres de brocailles, contenant 0,035 de sable formant croûte à la surface, représentent 579 livres de fonte, qui, retranchées des 757 livres obtenues, donnent 178 livres pour le fer provenant des scories de forges, ou 0,296 du poids de ces scories. L'opération a duré 24 heures, et consommé 18 quintaux de houille, indépendamment de celle consommée pour l'échauffement du four. La sole était en bon état.

Après ce petit nombre d'essais, on a cru avoir des données suffisantes sur le traitement des scories de forges au four à réverbère; on s'est dès-lors occupé des minerais.

*Essais sur la réduction des minerais.*

Les minerais étant plus facilement réductibles que les scories, on a tenté d'opérer la réduction en un seul coup de feu.

1. Le four étant chauffé à la température de 146°, on a chargé le mélange suivant: 500 livres de minerais grillés et concassés, 100 de carbonate de chaux, et 4 ppp. de poussier de charbon; la chaux a été remplacée par le carbonate, parce que celui-ci est plus propre à la réduction des oxides, à cause de son acide carbonique, qui se transforme en gaz oxide de carbone, corps éminemment réductif. Le chargement fait, on a poussé le feu jusqu'à fusion parfaite; il a fallu 9 heures pour l'opérer. On a alors percé; la matière a coulé comme de l'eau, et il n'est resté sur la sole que quelques grains de métal si petits et si éparpillés, qu'on n'a pas pu les recueillir; les scories ont cristallisé, elles étaient très-lourdes.

2. L'essai précédent n'ayant pas réussi, on a de nouveau conduit l'opération en trois époques, et afin que l'extrême fluidité de la matière ne forçât pas à couler trop tôt, on a augmenté la quantité de poussier de charbon. On a chargé le mélange suivant: 600 livres de minéral, 120 de calcaire, et 6 ppp. de poussier de charbon. L'encroûtement a duré 14', la réduction 20 heures, et la fusion 3 heures 46'; il y a eu dégagement extraordinaire de calorique, bouillonnement dans la masse, et jets de flamme. A la percée, les scories ont coulé chaudes, mais plus tenaces que les précédentes. Il est resté sur la sole une masse granuleuse de fer, assez semblable, pour le grain et la couleur, au fine-metal, se rapprochant par conséquent de l'acier. Cette masse a pesé 127 livres, ou 0,21 du minéral. Les scories sont devenues vitreuses et d'un noir tirant sur le vert. L'opération a duré 24 heures et elle a consommé 20 quintaux de houille.

3. On a cherché à s'expliquer la formation d'un fer point ou peu carburé, malgré l'élévation de la température et la présence du carbone en quantité convenable pour donner naissance à la fonte. On a pensé que cela tenait à l'inégale répartition de la chaleur dans la masse; que la température n'était très-élevée qu'à la surface et à une faible profondeur; que là seulement il devait se former de la fonte grise, et peut-être de la fonte blanche un peu plus profondément; que, dans l'intérieur de la masse, la température, assez élevée pour décider la réduction de l'oxide, ne l'était pas assez pour produire la combinaison du fer avec le carbone; qu'il ne devait donc s'y former que du fer, qui, lors de la fusion, venant

à se mêler avec la fonte, donnait un fer peu carburé, analogue à l'acier. On a pensé de plus que, s'il en était ainsi, on devait obtenir de la fonte en chauffant les matières supérieurement et inférieurement, ce à quoi l'on parviendrait sans peine au moyen d'un bain de fonte qui conduirait le calorique inférieurement.

D'après ces idées, on a chargé le mélange suivant par-dessus 600 livres de fonte demi-blanche en brocailles, que l'on avait étendue préalablement sur la sole, 400 livres de minéral, 120 de calcaire, et 6 ppp. de poussier de charbon. L'encroûtement a duré 10', la réduction 9 heures, et la fusion 3 heures 20'. On a observé, outre les phénomènes déjà cités plusieurs fois, que les scories se boursouflaient comme du verre, et formaient de grosses vessies à la surface. On a percé; le métal et les scories ont coulé successivement, il n'est rien resté sur la sole. Le métal était une fonte grise, d'un beau grain, tenace et douce à la lime; il a pesé 697 livres. En retranchant de ce poids les 579 livres dues aux brocailles, il reste 118 livres pour la fonte provenant du minéral, ou 0,29 de ce minéral. Les scories étaient en tout semblables aux laitiers des hauts-fourneaux. L'opération a duré 12 heures 30' et consommé 15 quintaux de houille.

4. Les conjectures faites précédemment sur la formation de la fonte s'étaient vérifiées; on a voulu tenter, dans cet essai, s'il ne serait pas possible d'abrégier le temps de l'opération. On a chargé 300 livres de minéral, 100 de calcaire, et 4 ppp. de poussier de charbon par-dessus 600 livres de brocailles étendues sur la sole. L'encroûtement a duré 8', la réduction 3 heures, la fusion 2 heu-

res 12'. A la percée, le métal et les scories ont coulé successivement; il n'est rien resté sur la sole; le métal était en fonte un peu moins grise que la précédente, qui, déduction faite des brocailles, a pesé 89 livres ou 0,29 du minéral. Les scories étaient vitreuses et d'un beau vert de mer. L'opération a duré 5 heures 20', et a consommé 8 quintaux de houilles.

5. On a encore cherché à obtenir une diminution dans la durée de l'opération: dans cette vue, on a un peu augmenté la quantité de calcaire, pour que le départ des scories eût lieu plus promptement, et on a diminué la quantité de poussier, pour que la masse devint plus tôt fluide: on n'avait plus à redouter la destruction de la sole.

On a chargé 300 livres de minéral, 140 de calcaire, et 2 ppp. de poussier de charbon, par-dessus 600 livres de brocailles étendues sur la sole. On a chauffé jusqu'à fusion complète; il a fallu 3 heures 40' pour l'opérer. A la percée, la fonte a coulé très-vive; elle est devenue blanche et voisine du fine-metal; déduction faite de la fonte des brocailles, elle a pesé 87 livres, ou 0,29 du minéral. Les scories ont coulé chaudes et vives, plus fluides que dans l'essai précédent; elles ont cristallisé en lames s'entrecroisant en réseaux, et ont offert dans leur cassure un éclat métallique argentin, que l'on est porté à attribuer à la présence du siliciure d'aluminium et de calcium. L'opération a duré 3 heures 50' et consommé 12 quintaux de houille.

6. On a vu, par l'essai précédent, qu'il n'était plus possible de diminuer la durée de l'opération sans changer la nature du produit. On a essayé, cette

fois, un mélange de minéral et de scories de forges. On a chargé 300 livres de minéral, 180 de scories, 160 de calcaire, et 2 ppp. de poussier de charbon par-dessus 800 livres de brocailles étendues sur la sole. L'encroûtement a duré 10', la réduction 3 heures, la fusion 2 heures. A la percée, le métal a coulé liquide, étincelant; c'était un très-bon fine-metal, qui, déduction faite de la fonte des brocailles, a pesé 90 livres. Les scories ont coulé chaudes et tenaces; elles sont devenues vitreuses, légères et noirâtres. L'opération a duré 5 heures 10' et consommé 12 quintaux de houille.

On a conclu de ces résultats : 1°. que l'on peut obtenir directement des scories de forge, au moyen du four à réverbère, du fer, et peut-être de l'acier doux naturel; 2°. que l'on peut obtenir des minerais de Nassau et de Lebach, par le même moyen, du fer, de l'acier naturel, du fine-metal, de la fonte blanche et de la fonte grise, sur-tout si, pour le fer et pour l'acier, on opère sur un mélange de minéral et de scories.

---

## CHIMIE. (EXTRAITS DE JOURNAUX.)

---

1. *Sur la DILATATION DES CORPS CRISTALLISÉS par la chaleur*; par M. Mitscherlich. (Ann. de Pog., 1827.)

DANS les corps dont la forme appartient à un système régulier, tels que le spinel, la blende, etc., les angles ne sont point altérés par la chaleur; la forme cristalline de ces corps montre que la matière y est semblablement disposée dans tous les sens; aussi se comportent-ils de la même manière avec la lumière dans toutes les directions.

Mais il y a deux classes de formes cristallines dans lesquelles la matière est ordonnée autrement dans un sens que dans un autre sens perpendiculaire au premier. Dans l'une de ces classes sont les octaèdres à base carrée, et dans l'autre les rhomboèdres et les prismes à six faces. Dans les minéraux de ces classes, la dilatation produite par la chaleur est différente dans le sens d'un axe que dans le sens des autres axes; mais elle est la même dans les deux axes perpendiculaires à l'axe principal. De 8° à 80° R. l'angle plan du rhomboèdre de la chaux carbonatée éprouve une diminution de  $8',54''\frac{1}{2}$ .

Dans les corps dont les formes cristallines indiquent que la matière est différemment répartie suivant trois directions perpendiculaires entre elles, comme dans ceux qui cristallisent en octaèdres à bases rhombes, en prismes droits à

quatre faces, etc., les dilatations sont inégales dans le sens des trois axes.

Dans l'aragonite, par exemple, pour un échauffement de  $80^{\circ}$  R., l'inclinaison des faces latérales a augmenté de  $2',46''$ , et l'inclinaison des faces terminales a diminué de  $5',29''$ .

J'ai recherché quelle influence la grandeur relative des axes des rhomboédres peut avoir dans la dilatation. Voici ce que j'ai observé :

Dans le spath magnésien de Psitshthale, composé, selon M. Magnus, de :

Carbonate de magnésie. 0,8291  
Carbonate de fer. . . . . 0,1659  
Carbonate de manganèse. 0,0119,

l'inclinaison des faces rhomboédriques entre elles est à  $14^{\circ}$  R. de  $107^{\circ},22',32''$ , et pour un échauffement de  $80^{\circ}$  R. elle diminue de  $3',29''$ .

Dans un fer sphathique, composé selon M. Magnus, de :

Carbonate de fer. . . . . 0,5999  
Carbonate de manganèse. 0,4066,

l'inclinaison des faces rhomboédriques est de  $107^{\circ}$ , et pour un échauffement de  $80^{\circ}$  R. elle diminue de  $2',22''$ .

Dans le bitterspath, composé de carbonate de magnésie et de carbonate de chaux, l'inclinaison des faces rhomboédriques est de  $106^{\circ},15'$ , et pour un échauffement de  $80^{\circ}$  R. elle diminue de  $4',6''$ .

Il résulte de ces données et de la variation de l'angle mesurée dans le spath d'Islande, et qui est de  $8',34''$ , que l'inégale dilatation qu'éprouvent les différens rhomboédres ne dépend pas du rapport de longueur de leurs axes.

Pour un échauffement de  $80^{\circ}$  R., l'allongement de l'axe principal du spath d'Islande, par rapport aux autres axes, est de 0,00342, c'est-à-dire plus grand que l'allongement du plomb, celui de tous les corps solides qui se dilate le plus. Ce résultat remarquable me fit désirer de connaître la dilatation en volume du spath d'Islande; je l'ai mesurée, avec M. Dulong, par sa méthode, et nous avons eu pour résultat 0,001941 : il s'ensuit que, pendant que le minéral se dilate dans le sens de son axe principal, il se contracte dans les sens qui sont perpendiculaires à cet axe. Pour vérifier l'exactitude de cette conséquence, j'ai fait tailler dans un morceau de spath calcaire deux lames, dont les grandes faces étaient pour l'une parallèles et pour l'autre perpendiculaires à l'axe principal, et j'ai mesuré, par le moyen du sphéromètre, les changemens que la chaleur leur a fait éprouver dans leur épaisseur : cela m'a conduit à admettre que pour  $80^{\circ}$  R. l'allongement de l'axe principal est, par rapport aux autres axes, de 0,00321.

Enfin, j'ai comparé aussi les variations d'épaisseur de ces lames avec celles d'une lame de verre, dont la dilatation absolue était connue, et il résulte de mes expériences que pour  $80^{\circ}$  R. les axes perpendiculaires à l'axe principal se contractent de 0,00056, et que la dilatation absolue de l'axe principal est de 0,00286. Ces nombres donnent pour la dilatation absolue en volume du spath d'Islande 0,001739, qui diffère peu de 0,001961 fourni par l'expérience directe.

2. *Sur la CONDUCTIBILITÉ DES PRINCIPAUX MÉTAUX ET DE QUELQUES SUBSTANCES TERREUSES*; par M. C. Despretz. (An. de Ch., t. 36, p. 422.)

J'ai trouvé les rapports des pouvoirs conducteurs de la chaleur des principaux corps tels qu'il suit :

Or. . . . .	1000,0	Étain. . . . .	303,9
Platine. . . . .	981,0	Plomb. . . . .	179,6
Argent. . . . .	973,0	Marbre. . . . .	23,6
Cuivre. . . . .	898,2	Porcelaine. . . . .	12,2
Fer. . . . .	374,3	Terres des briques et des	} 11,4
Zinc. . . . .	363,0	fourneaux. . . . .	

3. *Recherches sur la CHALEUR SPÉCIFIQUE DES GAZ*; par MM. Delarive et Marcet. (An. de Ch., t. 35, p. 5.)

Plusieurs physiiciens se sont déjà occupés de ce sujet, particulièrement MM. Delaroché et Bérard; mais on peut présenter quelques objections sur la manière dont ils ont fait leurs expériences: nous avons tâché d'employer une méthode qui fût à l'abri de toute inexactitude.

Le principe qui sert de base à notre procédé consiste à exposer des volumes égaux de différens gaz à une source de chaleur égale pendant un temps fixe, et à juger, par l'augmentation de la force élastique de chaque gaz, la température qu'il possède au bout de ce temps fixe.

L'appareil n'est autre chose qu'un manomètre. Un tube recourbé en forme de siphon, Pl. II, *fig. 1*, porte, à l'extrémité de sa petite branche, un ballon A, que l'on remplit de gaz; deux robinets

en fer B et C permettent de séparer le ballon du tube, sans que, par cette séparation, ni l'un ni l'autre ne communiquent avec l'air extérieur. La branche verticale DE du tube de verre est terminée par un réservoir F, rempli de mercure bien desséché, dans lequel plonge l'extrémité du tube, et elle porte une échelle divisée en millimètres, avec un vernier qui donne exactement les dixièmes.

On remplit le tube et le ballon du gaz sur lequel on veut opérer, et l'on a soin que ce gaz reste dans l'appareil à une pression moindre que celle de l'atmosphère, afin que le mercure puisse monter dans le tube de 8 à 10 centimètres. On visse le ballon au tube, on ouvre les deux robinets et l'on note la pression.

Actuellement, une légère variation de température fera abaisser ou élever la colonne de mercure, et rien ne sera plus facile que de déterminer la température d'après la hauteur de la colonne, puisque l'on a

$$l = \frac{(p - a) (0,00375)}{1 + 0,00375 \times t}$$

$$h = \frac{(a - a' (0,00375 \times t))}{(p - a) (0,00375)},$$

dans lesquels  $l$  représente la grandeur de chaque degré centigrade à une pression donnée;  $n$  le nombre de degrés correspondant à une différence donnée de hauteur;  $p$  la pression barométrique;  $t$  la température à laquelle on observe;  $a$  la hauteur de la colonne dans le tube à la température  $t$ , et  $a'$  la hauteur à la température inconnue.

Le ballon, amené à une température uni-

forme, est exposé pendant un temps toujours le même, quel que soit le gaz qu'il renferme, à une source constante de chaleur; la température qui en résulte pour chaque gaz, pendant ce temps, est la mesure de la chaleur spécifique de ce gaz.

Pour éviter l'erreur due à la conductibilité du gaz, nous avons fait en sorte que l'échauffement fût très-lent. A cet effet, nous plaçons le ballon qui contient le gaz au centre d'un ballon de cuivre G H K très-mince, noirci en dedans, et de 18 centimètres de diamètre. On raréfie l'air dans ce ballon jusqu'à ce que la pression ne soit plus que de 3 millimètres.

L'appareil étant disposé convenablement pour faire une expérience, nous commençons par placer la sphère de cuivre dans de l'eau entretenue à la température de 20 degrés; quand le mercure devient stationnaire, on refroidit un peu pour faire monter le mercure de quelques millimètres au-dessus du point fixe, et alors nous plaçons promptement le ballon dans une grande masse d'eau chauffée à 30°: nous notons le moment où le mercure, en montant, atteint le terme qui indique une température de 20°; nous laissons le ballon dans l'eau pendant 5' après ce moment, et nous examinons la hauteur à laquelle le mercure s'est élevé.

Les gaz sur lesquels nos expériences ont été faites sont au nombre de quatorze: l'air, l'oxygène, l'azote, l'hydrogène, l'acide carbonique, le gaz oléfiant, l'oxide de carbone, l'oxide d'azote, le gaz nitreux, l'hydrogène sulfuré, l'ammoniaque, l'acide sulfureux, l'acide hydrochlorique et le cyanogène. Nous les avons successivement

soumis à des pressions différentes. Un appareil (fig. 2) dans lequel le tube qui contient le mercure avait la forme d'un siphon renversé nous a permis d'opérer sur des gaz soumis à des pressions plus fortes que celles de l'atmosphère.

Il résulte de notre travail: 1°. que sous la même pression et à volumes égaux et constans, tous les gaz ont la même chaleur spécifique;

2°. Que toutes les autres circonstances restant les mêmes, la chaleur spécifique diminue en même temps que la pression, et également pour tous les gaz, suivant une progression très-peu convergente et dans un rapport beaucoup moindre que celui des pressions.

Nous avons aussi reconnu qu'il existe pour chaque gaz un pouvoir conducteur différent, c'est-à-dire que tous les gaz n'ont pas le même pouvoir pour communiquer la chaleur. L'hydrogène est celui qui jouit de la plus grande conductibilité.

4. *Sur l'évaporation de l'eau à une haute température*; par Klaproth. (An. de Ch., t. 35, p. 325.)

Leidenfrost a publié en 1756 une dissertation, dans laquelle il annonce avoir trouvé qu'entre le point de l'ébullition et celui où le fer est échauffé au blanc l'eau s'évapore d'autant moins facilement que la chaleur est plus intense.

Klaproth a répété les expériences de ce physicien, et il a reconnu que, lorsqu'on fait tomber successivement des gouttes d'eau dans une cuiller de fer très-polie et chauffée au blanc, elles s'évaporent de moins en moins promptement, à tel point que la première ne disparaît qu'au

bout de 40 secondes, tandis que la dernière se vaporise instantanément. En examinant ces gouttes de près, il a vu qu'elles tournent rapidement autour de leur centre, et qu'à la fin elles se dissipent avec explosion.

5. PHÉNOMÈNES SINGULIERS que la VAPEUR présente dans les générateurs des machines de M. Perkins. (An. de Ch., t. 36, p. 485.)

Le générateur d'une de nos machines s'étant fortement gercé, j'ai remarqué que la machine à continué à marcher sous une pression de vingt atmosphères et sans qu'il se perde de vapeur, tant que le feu a été bien entretenu; mais qu'aussitôt qu'on eut laissé baisser la température, toute l'eau et la vapeur se répandirent avec sifflement par la gerçure. On fit chauffer au rouge le fond de ce générateur vide, j'y introduisis de l'eau et je vis qu'il se forma aussitôt de la vapeur, et que la machine marcha comme de coutume sans qu'on s'aperçût d'aucun dégagement de vapeur par la fente.

Quelques personnes pensèrent que la fente se trouvait bouchée par la dilatation qu'éprouvait le métal lorsqu'on le chauffait; mais l'expérience suivante prouve que ce n'est pas là la cause qui empêche la vapeur de sortir du tube rougi.

Ayant ajouté à l'une des extrémités d'un des tubes dont se compose le générateur un tuyau d'un pouce de diamètre extérieur et d'un demi-pouce de diamètre intérieur et muni d'un robinet, et à l'autre bout du tube du générateur une soupape chargée à 150 atmosphères ou

317<sup>k</sup>. par pouce carré, j'ai fait chauffer au rouge l'extrémité du tube auquel était adapté ce tuyau et j'y ai introduit de l'eau: la vapeur formée s'échappa par la soupape, tandis qu'en ouvrant le robinet il n'en sortait rien. On ralentit alors le feu, et lorsque la température fut descendue jusqu'à un certain point, la vapeur sortit avec un mugissement épouvantable.

Ces faits prouvent que les métaux échauffés à la température de 650° Fahrenheit exercent une force répulsive très-considérable sur l'eau et sur la vapeur. La pression nécessaire pour maintenir le contact ne doit pas être inférieure à 4,000 atmosphères. Cette force répulsive s'exerce au-delà d'un seizième de pouce, puisque la vapeur ne peut pas traverser une ouverture d'un huitième de pouce de diamètre.

6. Sur les DENSITÉS DES GAZ à diverses pressions; par M. Despretz.

Il résulte des expériences que j'ai faites que tous les gaz sont plus compressibles que ne l'indique la loi de Mariotte.

Voici les pressions qu'on déduirait de cette loi pour le gaz ammoniac et le gaz hydrosulfurique purs et secs, comparées à celle de l'air, d'après les volumes que prennent ces gaz sous une même force comprimante.

Pressions indiquées par l'air.	Pressions indiquées par le gaz ammoniac.
1 <sup>m</sup> ,810.....	1 <sup>m</sup> ,850
2 <sup>m</sup> ,582.....	2 <sup>m</sup> ,663
3 <sup>m</sup> ,865.....	4 <sup>m</sup> ,132

Pressions indiquées par l'air.	Pressions indiquées par le gaz hydrosulfurique.
0 <sup>m</sup> ,810 . . . . .	0 <sup>m</sup> ,810
2 <sup>m</sup> ,243 . . . . .	2 <sup>m</sup> ,293
3 <sup>m</sup> ,975 . . . . .	4 <sup>m</sup> ,020
5 <sup>m</sup> ,789 . . . . .	6 <sup>m</sup> ,031
7 <sup>m</sup> ,568 . . . . .	8 <sup>m</sup> ,058
10 <sup>m</sup> ,837 . . . . .	12 <sup>m</sup> ,018.

MM. Oerstedt et Suenson ont soumis l'air, le cyanogène et l'acide sulfureux à quelques recherches, dans le but de reconnaître si la loi de Mariotte était conforme à la vérité; et ils ont trouvé que cette loi était fondée, mais qu'il y avait des anomalies près du changement d'état. Je pense, d'après mes expériences, que tous les gaz, étant comparés à l'air atmosphérique, donnent, pendant tout le cours de la compression, une diminution de volume plus grande que celle que donne ce dernier.

7. Sur la COMPRESSIBILITÉ relative de différens LIQUIDES; par M. Oerstedt. (Edimb., Soc., 1827, p. 201.)

Jusqu'à 70 atmosphères, la compression de l'eau est proportionnelle aux forces comprimantes et d'à peu près quarante-cinq millièmes de son volume par atmosphère.

La compressibilité du mercure ne dépasse guère un millionième par atmosphère.

La compressibilité de l'éther sulfurique est à peu près trois fois celle de l'alcool, deux fois celle du sulfure de carbone et une fois et tiers celle de l'eau.

La présence des sels, des alcalis et des acides dans l'eau diminue sa compressibilité.

La compressibilité du verre est extrêmement petite et bien inférieure à celle du mercure.

8. COMPRESSION DES LIQUIDES et DES GAZ par des forces considérables; par M. Perkins. (Trans. philos., 1826, p. 541.)

Les expériences ont eu lieu dans un cylindre de bronze d'un pouce et demi de diamètre et de 6 pouces d'épaisseur.

On a trouvé que, sous la pression de 2,000 atmosphères, l'eau éprouve une diminution de volume de  $\frac{1}{12}$ .

L'acide acétique concentré se transforme en une belle cristallisation sous la pression de 1,100 atmosphères.

L'air commence à se liquéfier sous une pression de 500 atmosphères.

L'hydrogène carboné commence à se liquéfier sous une pression de 40 atmosphères, et à 1,200 atmosphères il perd en entier son état gazeux.

Le verre n'éprouve aucune diminution de volume sous la pression de 500 atmosphères.

9. Mémoire sur la COMPRESSIBILITÉ DES LIQUIDES; par MM. Colladon et Sturm de Genève. (An. de Ch., t. 36, p. 113.)

Les expériences multipliées que MM. Colladon et Sturm ont faites, à l'aide d'appareils fort ingénieusement disposés, les ont conduits aux résultats suivans:

La contraction cubique du verre est de 3,3 millièmes de son volume pour une pression d'une atmosphère de 0<sup>m</sup>,76 de mercure à 10° c.

La contraction réelle du mercure (en ayant

égard à la compression du tube de verre qui le renfermait dans l'expérience) est de 5,03 millièmes par atmosphère.

La contraction réelle de l'eau privée d'air est de 51,3 millièmes par atmosphère ;

Pour l'eau non privée d'air elle est de 49,5.

La compression réelle de l'alcool est de 96,2 millièmes pour la deuxième atmosphère, 93,5 pour la neuvième et 89 pour la vingt et unième.

La contraction de l'éther sulfurique à 0° diminue lorsque la pression augmente, et varie de 133 à 122 millièmes.

Celle de l'éther sulfurique à 11°,4 varie de 151 à 141.

Celle de l'eau saturée d'ammoniaque à 20° est de 34,7 millièmes.

Pour l'éther nitrique, elle est de 71,5 millièmes.

Pour l'éther acétique, elle varie de 79,3 à 71,5.

Pour l'éther hydrochlorique, elle varie de 85,09 à 82,25.

La contraction de l'acide acétique à 0° est de 42,2 millièmes.

La contraction de l'acide sulfurique à 0° est de 32 millièmes, égale à celle qui résulterait d'un abaissement de température de  $\frac{1}{20}$  de degré c.

La contraction de l'acide nitrique, de 1,403 de densité à 0°, est de 32,2 millièmes.

Enfin celle de l'essence de térébenthine est de 75 millièmes.

On voit que les liquides sont très-peu compressibles, puisque, pour la plupart, la contraction produite par des pressions de 10 à 15 atmosphères équivaut à peine à celle qui résulte d'un abaissement de température d'un degré.

La température de l'eau ne s'élève pas sensiblement par une compression subite de 40 atmosphères; pour l'alcool et l'éther sulfurique, l'élévation de température n'est pas de plus d'un degré; mais une compression extrêmement rapide, telle que celle que peut produire un coup de marteau, opérée sur l'éther sulfurique, dégage assez de chaleur pour élever sa température d'environ 4 à 6° centigrades.

Une pression de 30 atmosphères ne change pas d'une manière sensible la conductibilité électrique du mercure, d'une solution concentrée d'ammoniaque ni de l'eau distillée.

D'après des expériences faites dans le lac de Genève, la vitesse du son dans l'eau est de 1,435 mètres par seconde: or, on trouve, par le calcul, qu'elle doit être de 1,428 mèt., dans l'hypothèse qu'il n'y a point de chaleur dégagée par la compression rapide des molécules liquides qui transmettent le son: l'accord entre la théorie et l'expérience est aussi parfait que l'on pouvait le désirer.

10. *Sur l'existence d'une LIMITE passé laquelle les CORPS n'éprouvent plus aucune ÉVAPORATION;* par M. Faraday. (An. de Ch., t. 35, p. 188.)

Les physiciens admettent généralement que les corps émettent de la vapeur à toute température; mais je pense qu'il n'en est pas ainsi. Ayant enfermé une feuille d'or sous le bouchon d'une bouteille qui contenait quelques gouttes de mercure, après plusieurs mois, j'ai trouvé la feuille blanchie: il s'était donc formé de la vapeur de mercure que l'or avait absorbée; la température,

dans l'intervalle, avait varié entre  $+15^{\circ}$  et  $+26^{\circ}$ ; mais ayant répété l'expérience pendant l'hiver de 1824 à 1825, la feuille resta intacte, quelque peu éloignée qu'elle se trouvât de la couche de mercure: il ne s'était donc pas formé de vapeur.

M. Bellani ayant suspendu une feuille de zinc dans une bouteille fermée, au fond de laquelle il avait placé une couche d'acide sulfurique concentré, trouva, au bout de 2 ans, que le zinc s'était conservé parfaitement intact, et qu'il n'avait rien perdu de son éclat. On doit en conclure qu'aux températures de Milan, il n'y a déjà plus aucune trace de vapeur sulfurique.

Les métaux connus, les terres, le charbon, beaucoup d'oxides métalliques et le plus grand nombre de leurs composés n'émettent pas de vapeur aux températures ordinaires.

Les molécules élémentaires des fluides aéri-formes sont soumises à des forces répulsives qui tendent à les séparer; mais il y a des forces contraires qui les sollicitent à se condenser: ce sont la gravité et l'action que la matière solide ou liquide exerce sur les molécules qui s'en détachent, et ces forces suffisent pour opérer la condensation lorsque la vapeur n'est douée que d'une faible tension.

Qu'on mette quelques fragmens de camphre ou d'iode dans un tube de verre, d'environ un demi-pouce de diamètre, qu'on le scelle ensuite à la lampe après l'avoir entièrement purgé d'air, et qu'on rassemble tout le camphre ou l'iode à l'une de ses extrémités, si l'on enveloppe l'extrémité opposée avec un papier brouillard entreteuu humide, sa température, par suite de l'évaporation, sera entretenue de quelques degrés plus

froide que celle de l'extrémité où toutes les parcelles de matière se trouvent ramassées, et après un petit nombre de jours on remarquera que plusieurs cristaux de la substance s'y seront déposés et grossiront continuellement.

11. *Observations sur quelques propriétés du SOUFRE*; par M. Dunias. (An. de Ch., t. 36, p. 83.)

On sait que le soufre liquéfié par la chaleur s'épaissit graduellement lorsqu'on augmente la température. J'ai trouvé qu'entre  $110^{\circ}$  et  $140^{\circ}$  ce corps est liquide comme un vernis clair et couleur de couleur, que vers  $160^{\circ}$  il commence à s'épaissir et prend une teinte rougeâtre, et qu'enfin si on continue à le chauffer il devient rougeâtre et tellement épais qu'il ne coule plus. Depuis  $250^{\circ}$  jusqu'au point d'ébullition, il semble se liquéfier; mais il n'arrive jamais au degré de fluidité qu'il avait à  $120^{\circ}$ .

Mais, outre ce fait singulier, il s'en présente un autre qui n'est pas moins digne d'attention: lorsqu'on refroidit subitement, en le projetant dans une grande masse d'eau, le soufre liquide, il devient cassant et opaque; tandis que le soufre épais soumis au même traitement reste mou et transparent, et prend une couleur rougeâtre passant au brun.

12. *BRÔMURE DE SÉLÉNIUM*; par M. Sérullas. (An. de Ch., t. 35, p. 349.)

Le sélénium se combine au brôme en beaucoup de proportions; cependant j'ai cru remarquer que 5 parties de brôme sur 1 de sélénium donnaient un composé plus stable. On verse le

brôme sur le sélénium dans un tube de verre un peu large, la combinaison s'opère promptement et avec chaleur.

Le bromure de sélénium est rouge brun: il exhale des vapeurs dans l'air et il a exactement la même odeur que le chlorure de soufre. L'eau le dissout et le convertit en un mélange d'acide hydro-bromique et d'acide sélénique.

Lorsqu'on chauffe fortement le bromure de sélénium, une partie se volatilise et se condense en prenant un aspect jaune, et l'autre se décompose en brôme et en sélénium.

13. *Sur le CYANURE DE CHLORE*; par M. Sérullas. (An. de Ch., t. 3, p. 291.)

Cette combinaison a été connue par Berthollet, qui la désignait sous le nom d'*acide prussique oxigéné*, et par M. Gay-Lussac, qui l'avait nommée *acide chloro-cyanique*; mais ces chimistes ne l'ont point obtenue pure. Voici comment on peut la préparer. On verse dans des flacons pleins de chlore, de la capacité d'un litre, 5 à 6 grammes de cyanure de mercure pulvérisé, auxquels on ajoute la quantité d'eau nécessaire pour les délayer; on porte le flacon dans l'obscurité, et au bout de douze heures le chlore a complètement réagi sur le cyanure de mercure et transformé ses deux élémens en chlorure. On plonge les flacons dans un mélange frigorifique, composé de  $2\frac{1}{2}$  de glace pulvérisée et 1 de sel, pour les amener à  $-18^{\circ}$ : alors le cyanure de chlore cristallise sur les parois du vase; enfin on introduit dans les flacons une quantité suffisante de chlorure de calcium pour absorber l'eau, on les bouche et on les abandonne pendant deux ou trois jours à la température ordi-

naire. Au bout de ce temps, on les refroidit de nouveau à  $-18^{\circ}$ , pour solidifier encore le cyanure de chlore, qui a repris l'état gazeux, et on les remplit avec du mercure refroidi aussi à  $-18^{\circ}$ : de cette manière, on en expulse tous les gaz étrangers qu'ils pouvaient contenir. Après cela, on arme les flacons d'un tube recourbé propre à recueillir les gaz; on les chauffe doucement et on recueille le cyanure de chlore gazeux qui se dégage dans des cloches sur le mercure.

Le cyanure de chlore est solide à  $-18^{\circ}$ ; il cristallise en longues aiguilles transparentes: dans cet état, il n'a pas de tension; il est liquide de  $12^{\circ}$  à  $15^{\circ}$ , et sous la pression de 4 atmosphères à  $+20^{\circ}$ . Son odeur est insupportable et excite le larmolement. Il est très-soluble dans l'eau sans altération, et beaucoup plus encore dans l'alcool et dans l'éther; il ne rougit pas le tournesol et il ne précipite pas le nitrate d'argent; il est très-caustique et excessivement délétère. Je l'ai analysé en le chauffant, à l'état gazeux, à la lampe à l'alcool, avec de l'antimoine; j'ai trouvé qu'après la formation du chlorure d'antimoine l'absorption était exactement la moitié du volume total, et que le résidu gazeux était du cyanogène pur. Il est donc formé de

Chlore. . . . .	1,215—1 at.	—	0,5742
Cyanogène. . . . .	0,901—1	—	0,4258.

Lorsqu'on expose les flacons contenant le cyanure de mercure et remplis de chlore aux rayons solaires, il se forme d'autant moins de cyanure de chlore que ces rayons sont plus intenses, et il se produit un liquide jaune, que je considère comme un mélange de chlore, d'azote et de protochlorure de carbone. Par des

distillations répétées sur du marbre, ce liquide peut être converti entièrement en azote, en acide carbonique, en perchlorure de carbone, en protochlorure de carbone et en acide hydro-chlorique, dont une partie reste combinée avec ce dernier, formant avec lui un corps oléagineux, incolore, très-piquant, surnageant souvent l'eau, et soluble dans l'alcool comme le perchlorure.

14. *Sur le BRÔME*; par M. A. de la Rive. (An. de Ch., t. 35, p. 160.)

Le brôme ne conduit pas l'électricité voltaïque, mais une solution de ce corps dans l'eau la conduit très-bien; on sait que l'iode et le chlore jouissent de propriétés analogues.

Le brôme donne à la solution d'amidon une belle couleur orange. Un mélange de brôme et d'iode colore l'amidon en brun foncé ou en brun jaunâtre. Lorsqu'on soumet ces composés d'amidon à l'action de la pile, on voit apparaître la belle couleur bleue de l'iode au pôle positif, et la couleur jaune du brôme au pôle négatif. Il résulte de là que la plus petite quantité d'iode ou de brôme qui se trouve à l'état de combinaison dans la solution se trouve ainsi manifestée. Or, comme le brôme pur ne donne aucune trace de bleu à la pile, on doit en conclure qu'il ne renferme pas d'iode, et que c'est un corps simple particulier.

15. *Éther HYDRO-BRÔMIQUE et CYANURE DE BRÔME*; par M. Sérullas. (An. de Ch., t. 34, p. 95.)

Le brôme se solidifie à  $-18^{\circ}$ ; il est dur et cassant.

En projetant sur deux parties de brôme cons

tenues dans un tube de verre une partie d'hydriodure de carbone, il y a décomposition instantanée, avec chaleur, et il se produit un brômure d'iode et un hydro-brômure de carbone. En traitant par l'eau, on dissout le brômure d'iode, et il reste l'hydro-brômure, auquel on enlève le petit excès de brôme qu'il contient, par le moyen de la potasse.

Cet hydro-brômure est liquide, incolore, plus lourd que l'eau, d'une odeur pénétrante et éthérée, d'une saveur excessivement sucrée, très-volatil, un peu soluble dans l'eau; il se solidifie à  $-5^{\circ}$  à  $-6^{\circ}$ , et devient dur et fragile comme du camphre; il diffère de l'hydriodure de carbone, en ce qu'il ne se colore pas à l'air comme celui-ci, et que, versé sur un fragment de porcelaine incandescent, il ne donne pas de vapeurs violettes. C'est le même composé que M. Balard a obtenu en versant une goutte de brôme dans un flacon plein de gaz hydrogène bicarboné.

On prépare l'éther hydro-brômique comme l'éther hydriodique: on introduit dans une petite cornue tubulée 40 parties d'alcool à  $38^{\circ}$  et 1 partie de phosphore; puis par la tubulure on verse, par petites portions, 7 à 8 parties de brôme; on distille à une douce chaleur et l'on reçoit le produit dans un ballon bien refroidi. La liqueur distillée étant étendue d'eau, l'éther hydro-brômique s'en sépare et va occuper le fond.

L'éther hydro-brômique est incolore et transparent, plus pesant que l'eau, d'une odeur forte et éthérée, d'une saveur piquante, très-volatil, soluble dans l'alcool, d'où il est précipité par l'eau; il ne change pas comme le fait l'éther hydriodique lorsqu'on le conserve dans l'eau.

Hydro-brômure de carbone.

Éther hydro-brômique.

Cyanure de  
brôme.

On place au fond d'un tube un peu long deux parties de cyanure de mercure desséché; on tient le tube plongé dans un mélange frigorifique, et l'on y verse une partie de brôme: il y a action vive et développement de beaucoup de chaleur, et il se forme du bromure de mercure et du cyanure de brôme; ce dernier vient de suite cristalliser, sous la forme de longues aiguilles, à la partie supérieure du tube.

Ce composé est absolument semblable au cyanure d'iode, mais son odeur est bien plus pénétrante; il est plus volatil; il se gazéifie à 15° et se solidifie tout-à-coup par le refroidissement. La potasse caustique liquide le transforme en hydrocyanure et en hydro-bromate alcalin. La dissolution donne, par le nitrate d'argent, un précipité de cyanure et de bromure d'argent faciles à séparer l'un de l'autre, ce dernier étant soluble dans l'ammoniaque et l'autre ne l'étant pas.

Le cyanure de brôme est au moins aussi délétère que l'acide hydro-cyanique.

16. *Mémoire sur la fabrication de l'iode*; par M. Soubéran. (J. de Phar., 1827, p. 421.)

L'iode se comporte avec l'acide sulfureux de la même manière que le chlore; lorsqu'il y a présence d'eau, il se produit 1<sup>st</sup>. d'acide sulfurique et 2<sup>st</sup>. d'acide hydriodique. Si l'on évapore ensuite la dissolution des deux acides, il se dégage de l'acide sulfureux en même temps qu'il se forme de l'acide hydriodique ioduré.

L'acide sulfurique concentré, distillé avec de l'iodure de potassium, donne toujours, outre l'acide hydriodique, de l'iode et de l'acide sulfureux, dont la proportion est de moins en moins considé-

rable à mesure que l'opération avance, parce qu'à mesure que l'acide sulfurique se sature de potasse, il retient l'eau moins fortement et la laisse se décomposer. Avec de l'acide étendu de quatre parties d'eau, il se dégage d'abord de l'acide hydriodique et ensuite un mélange de beaucoup d'iode, d'acide hydriodique et d'acide sulfurique. Il s'établit entre l'acide hydriodique, devenu libre, et l'acide sulfurique une réaction, d'où résultent de l'iode et de l'acide sulfureux; mais ces deux substances, se rencontrant avec de la vapeur d'eau, reproduisent de l'acide sulfurique et de l'acide hydriodique.

En mêlant du peroxide de manganèse à l'iodure de potassium, et en employant de l'acide sulfurique concentré, on n'obtient pas de trace d'acide sulfureux et tout l'iode se sublime presque sans vapeur d'eau.

Quand on distille de l'acide sulfurique sur un mélange d'iodure, de chlorure et de nitrate, tout ou partie de l'iode est transformé en chlorure d'iode, et l'acide sulfureux qui se forme reste dans le vase distillatoire à l'état d'acide sulfo-nitreux. L'acide sulfurique sépare les acides hydriodique, hydrochlorique et nitrique de leurs bases et produit avec le premier de l'eau, de l'acide sulfureux et de l'iode; les acides nitrique et hydrochlorique se décomposent mutuellement, et il se forme du chlore et de l'acide nitreux; le chlore convertit une partie de l'iode en chlorure; l'acide nitreux passe en partie à la distillation, tandis que la majeure partie, en agissant sur l'eau et sur l'acide sulfureux, forme le composé d'acide sulfurique et d'acide nitreux, qui vient d'être analysé par M. Henry.

La connaissance de ces faits éclaircit la théorie de la fabrication de l'iode ; les eaux-mères de varechs contiennent des hydrochlorates, hydriodates et nitrates de soude, de potasse, de chaux et de magnésie en proportions variables (elles ne renferment ordinairement ni carbonates ni sulfates) ; lorsqu'on les distille avec de l'acide sulfurique, il se forme du chlorure d'iode en d'autant plus grande proportion que ces eaux tiennent plus de chlorures : aussi y en a-t-il dont il n'est pas possible d'extraire la plus petite quantité d'iode par ce procédé.

J'ai cherché à y parvenir par un autre moyen : celui auquel je me suis arrêté et que je vais décrire est fondé sur les propriétés de l'iodure de cuivre, qu'il faut d'abord faire connaître.

Quand on précipite une dissolution d'iodure de potassium par du sulfate de cuivre neutre, il y a formation d'un précipité vert tendre, et la liqueur se trouve chargée d'iode ; par conséquent l'iodure qui se précipite n'est pas proportionnel au deutocide de cuivre : j'ai trouvé en effet, par l'analyse, qu'il correspond au protoxide. Cet iodure, séché à  $40^{\circ}$ , est d'un blanc verdâtre ; il est insoluble dans l'eau ; chauffé dans un tube de verre, il laisse dégager 0,04 d'eau (il est probable qu'il en contient 0,045, proportion qui est exactement celle qui peut le transformer en hydriodate) ; à la chaleur rouge, il entre en fusion et il donne une masse brune, dont la poudre est verte. Il est décomposé à chaud par l'acide sulfurique et par l'acide nitrique, avec dégagement d'iode.

D'après cela, voici comment je propose de trai-

ter les eaux-mères de varechs : on les étend de 4 à 5 parties d'eau, on y verse du sulfate de cuivre jusqu'à cessation de précipité et on lave le dépôt, qui est un mélange d'iodure de cuivre et de sulfate de chaux ; pour séparer ensuite des liqueurs l'iode qui s'y trouve en dissolution ; on y introduit de la grosse limaille de fer, et on agite jusqu'à ce que l'odeur de l'iode ait complètement disparu ; tout l'iode se précipite à l'état d'iodure de cuivre. Cet iodure se trouve mêlé de limaille de fer et de cuivre métallique ; mais par la lévigation, opérée rapidement, on peut le séparer de ces matières, et il reste souillé seulement d'une certaine quantité d'oxide de fer : il ne s'agit plus alors que de traiter séparément chacun des deux précipités pour en extraire l'iode. On y parvient aisément par l'une ou l'autre des méthodes qui suivent :

1<sup>o</sup>. On mêle l'iodure avec deux ou trois fois son poids de peroxide de manganèse et suffisante quantité d'acide sulfurique concentré, et tout l'iode se distille mêlé seulement de vapeur d'eau.

2<sup>o</sup>. On chauffe, au four à réverbère, le mélange d'iodure et de manganèse sans acide sulfurique, et l'on obtient l'iode pur. Le résidu de l'opération est pulvérulent, et peut facilement être retiré des vases sans qu'on soit obligé de les casser.

Le second précipité d'iodure, chauffé seul, donne une certaine quantité d'iode, à cause de l'oxide de fer qu'il contient, et qui réagit sur lui à l'aide de la chaleur. Le premier précipité donne, à la distillation, plus d'eau que le second, parce qu'il renferme une assez grande quantité de sulfate de chaux ; mais comme il ne contient

pas d'oxide de fer, on peut éviter cet inconvénient, sans craindre de perdre de l'iode, en le desséchant fortement.

J'ai obtenu, par cette méthode, 12 à 13 grammes d'iode d'un kilogramme d'eau-mère, qui n'en pouvait pas produire la plus petite quantité par le procédé ordinaire.

17. *Sur les combinaisons du PHOSPHORE avec l'HYDROGÈNE et avec les MÉTAUX*; par M. H. Rose. (An. de Pogg., 1826, fév., oct. 1827; janv., fév., mars.)

Ce mémoire a pour objet la composition de l'hydrogène phosphoré qui s'enflamme au contact de l'air, celle de l'hydrogène phosphoré que l'on obtient en réduisant l'acide phosphoreux; les combinaisons du phosphore avec les métaux, et enfin la nature des précipités que l'hydrogène phosphoré produit dans les dissolutions des métaux facilement réductibles.

J'ai extrait le gaz qui s'enflamme au contact de l'air d'un mélange de phosphore et d'hydrate de chaux en poudre sèche; le phosphore doit être en très-petite proportion par rapport à la chaux, et l'on doit chauffer avec ménagement avec une petite lampe à alcool. Au commencement, le gaz est très-pur; mais lorsque la température s'élève, il est mêlé de gaz hydrogène. Lorsqu'on chauffe peu, le résidu est un mélange de phosphate et d'hypo-phosphite; mais quand on chauffe trop fortement, il ne contient que du phosphate. On obtient le gaz phosphoré sans mélange d'hydrogène, mais contenant de la vapeur d'eau, en chauffant le phosphore avec du lait de chaux ou avec une dissolution de potasse.

Ce gaz est facilement décomposé par l'oxide

Hydrogène  
phosphoré  
inflammable  
au contact  
de l'air.

de cuivre; mais on n'obtient pas par ce moyen des résultats analytiques satisfaisans, parce qu'il se forme toujours une petite quantité d'acide phosphorique. J'ai employé avec plus de succès les chlorures et les sulfures: il se produit de l'acide hydrochlorique que l'on peut recueillir dans de l'ammoniaque, et avec le cuivre, le fer, le cobalt et le nickel, le phosphore reste à l'état de phosphure: la plupart des autres métaux sont incapables de le retenir en combinaison.

Avec le perchlorure de cuivre, le phosphore formé contenait:

Cuivre. . .	0,7534	} 3 at. —	0,7516
Phosphore.	0,2466		} 2 at. —

Avec le proto-chlorure de cuivre, le phosphore contenait:

Cuivre. . .	0,8723	} 3 at. —	0,8582
Phosphore.	0,1277		} 1 at. —

Avec le sulfure de cuivre, le phosphore contenait:

Cuivre. . .	0,8661	} 3 at. —	0,8582
Phosphore.	0,1339		} 1 at. —

Avec le sulfure de nickel, le phosphore contenait:

Nickel. . .	0,7241	} 3 at. —	0,7387
Phosphore.	0,2759		} 2 at. —

Avec la pyrite de fer, le phosphore contenait:

Fer. . . . .	0,5687	} 3 at. —	0,5647
Phosphore.	0,4313		} 4 at. —

La conséquence de tous ces résultats est que le gaz hydrogène phosphoré spontanément inflammable à l'air est composé de:

Phosphore.	0,9132	— 3 at.
Hydrogène	0,0868	— 2 at.

Gaz hydro-  
gène phos-  
phoré non  
inflammable  
spontané-  
ment.

On a supposé généralement que l'hydrogène phosphoré qui ne s'enflamme pas spontanément à l'air contenait moins de phosphore que celui dont il vient d'être question; mais mes expériences prouvent tout le contraire.

L'acide phosphoreux se change, par la chaleur, en acide phosphorique et en gaz phosphoré non inflammable spontanément, dont la composition varie à chaque instant, mais qui contient de 0,9237 à 0,9500 de phosphore, c'est-à-dire toujours plus que le gaz inflammable. L'acide phosphorique, qui est le résidu de l'opération, résulte en partie de ce que l'acide phosphoreux abandonne du phosphore, et en partie de ce qu'il se décompose de l'eau: la quantité d'eau qui se décompose est d'autant plus grande que la chaleur à laquelle on soumet l'acide est moins élevée, et il en résulte en même temps un gaz d'autant moins phosphoré. Ce gaz est un mélange particulier que je me réserve de faire connaître, et il ne peut pas être confondu, comme on l'a fait jusqu'à présent, avec celui que l'on obtient en décomposant l'hydrogène phosphoré spontanément inflammable et en lui enlevant du phosphore.

Les phénomènes que présente l'acide hypophosphoreux en se décomposant par la chaleur sont tout-à-fait semblables à ceux que manifeste l'acide phosphoreux, et les gaz phosphorés qui se dégagent sont les mêmes.

Gaz qui se  
dégagent  
lorsqu'on dé-  
compose les  
hypo-phos-  
phites neu-

On peut préparer la plupart des phosphites neutres en faisant réagir le protochlorure de phosphore dissous dans l'eau sur les chlorures métalliques. Lorsque les phosphites contiennent assez d'eau pour transformer tout l'acide phosphoreux

en acide phosphorique, c'est-à-dire au moins un atome, ils se changent en phosphates neutres, et l'hydrogène se dégage presque sans phosphore. Lorsque ces phosphites ne contiennent qu'un demi-atome d'eau, ou qu'il ne se décompose qu'un demi-atome, ou enfin que la base contient 2<sup>at.</sup> d'oxygène, et qu'il ne se décompose qu'un atome d'eau, le phosphate restant n'est plus neutre; il est formé de 5<sup>at.</sup> de base et de 4<sup>at.</sup> d'acide, et il se dégage du phosphore. Les autres phosphites neutres donnent en se décomposant un gaz qui contient une petite quantité de phosphore, laquelle, le plus souvent, dépend vraisemblablement d'une décomposition incomplète des phosphites; dans tous les cas, le résidu est brunâtre, coloré par un peu de cette matière qu'on a désignée par le nom d'*oxide de phosphore*. Les phosphites de baryte, de chaux, de strontiane, de potasse, de soude, de protoxide de fer, de glucine, de chrome, de cobalt, de nickel, de cadmium, d'antimoine et de bismuth donnent de l'hydrogène pur; ceux de plomb, de manganèse, donnent de l'hydrogène phosphoré. Ce gaz devrait être composé d'un atome de phosphore et de 2  $\frac{1}{2}$  atomes d'hydrogène, et il y a tout lieu de croire qu'il n'est pas un simple mélange, mais il n'est pas pur: la chaleur le décompose en partie, et de là le phosphore qu'on observe dans le col de la cornue. Le phosphite d'ammoniaque perd d'abord son ammoniaque, puis se décompose comme si l'acide eût été primitivement libre. Le phosphite acide de baryte laisse dégager par la chaleur un gaz phosphoré.

Le sous-phosphite de plomb donne de l'hydrogène pur.

très par la  
chaleur.

Composition  
de l'acide  
hypo-phos-  
phoreux.

L'acide hypo-phosphoreux a été analysé par M. Dulong, qui y a trouvé 0,7275 de phosphore, et par sir H. Davy, qui en admet 0,75; mais ces résultats ne sont pas exacts. Pour parvenir à avoir la vraie composition de cet acide, je me suis servi des hypo-phosphites de chaux et de baryte : lorsqu'on les traite par l'acide nitrique, ils se changent en bi-phosphates, et lorsqu'on les chauffe en vases clos, ils se changent en phosphates légèrement rougeâtres, avec dégagement d'hydrogène phosphoré spontanément inflammable, et dont la composition est exactement la même que celle du gaz qui a déjà été examiné. Il suit de là que l'acide hypo-phosphoreux doit contenir :

Phosphore . . . 0,7969—2 at.  
Oxigène . . . . 0,2031—1 at.

Pour vérifier ce résultat, j'ai fait une autre série d'expériences, dans laquelle j'ai mis à profit la propriété qu'a l'acide hypo-phosphoreux de séparer plusieurs métaux de leurs combinaisons avec l'oxigène et avec le chlore. J'ai versé la dissolution d'un poids déterminé d'hypo-phosphite de chaux dans un excès de perchlorure de mercure, auquel j'ai ajouté de l'acide muriatique, et j'ai pesé le protochlorure de mercure, qui s'est précipité. D'après ce poids, j'ai pu déterminer la quantité d'oxigène absorbée par l'acide hypo-phosphoreux pour se transformer en acide phosphorique. J'ai fait la même expérience en remplaçant le deutochlorure de mercure par le chlorure d'or, et j'ai pesé le métal qui s'est déposé.

Il résulte de ces expériences que la composition de l'acide hypo-phosphoreux doit être telle que je l'ai donnée; cette composition confirme

pleinement celle du gaz hydrogène phosphoré spontanément inflammable, que j'ai fait connaître au commencement de ces recherches.

18. *Action de l'ACIDE SULFURIQUE sur l'ALCOOL, et remarques sur la composition et les propriétés des composés qui en résultent;* par M. H. Hennell. (An. der Chem., 1827, p. 12.)

L'huile de vin est une combinaison parfaitement neutre d'acide sulfurique et d'hydrogène bi-carboné dans la proportion de :

Acide sulfurique . . . . . 0,37  
Hydrogène bi-carboné . . . . 0,63.

Cette substance peut, par différens procédés, se changer en acide sulfo-vinique en perdant la moitié de l'hydrogène bi-carboné qu'elle contient: la capacité de saturation de cet acide est la moitié de celle qu'aurait l'acide sulfurique qu'il contient s'il était libre. L'hydrogène bi-carboné qui entre dans cet acide a donc dans les sels sulfo-viniques une capacité de saturation égale à celle de la base.

Le seul mélange de l'alcool avec l'acide sulfurique concentré détermine, en raison de la chaleur qui est produite, la formation d'une certaine quantité d'acide sulfo-vinique. Cet acide se forme encore lorsqu'on fait absorber le gaz oléfiant par l'acide sulfurique. Enfin, quand on traite l'huile du vin par la potasse, on obtient encore du sulfo-vinate, et une partie de l'hydrogène carboné se sépare sous forme d'une huile qui s'épaissit en se refroidissant, dont la densité est 0,9, insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool et dans l'éther, et qui brûle avec une flamme brillante en déposant du charbon.

Le sulfo-vinate de potasse cristallise en lames minces comme le chlorate de potasse. Il est soluble dans l'eau et dans l'alcool; lorsqu'on le chauffe à l'air, il brûle avec une flamme semblable à celle que donne l'éther, et laisse pour résidu du sulfate acide de potasse. Il est composé de :

Potasse. . . . .	0,2884—1 at.	
Acide sulfurique..	0,4884—2 at.	
Carbone. . . . .	0,1398—4	} gaz oléfiant.
Hydrogène. . . . .	0,0234—4	
Eau. . . . .	0,0700.	

19. *Mémoire sur la formation de l'ÉTHER SULFURIQUE*; par MM. Dumas et Boulay fils. (An. de Ch., t. 36, p. 294.)

Selon MM. Fourcroy et Vauquelin, lorsque l'acide sulfurique réagit sur l'alcool, il lui enlève une certaine portion d'eau pour le transformer en éther, et vers la fin de l'opération, l'alcool étant moins abondant et la température plus élevée, il s'établit une nouvelle réaction, qui donne naissance à de l'acide sulfureux et à de l'huile douce de vin. Cette théorie reçut une nouvelle confirmation des expériences de M. Th. de Saussure, qui démontra que l'alcool et l'éther pouvaient être considérés comme composés d'hydrogène bi-carboné et d'eau. Cependant, les recherches de MM. Dabit, Sertuerner, Vogel et Gay-Lussac ayant fait voir qu'il se forme un acide particulier, auquel on a donné le nom d'*acide sulfo-vinique*, pendant l'éthérification, il s'est élevé des doutes sur l'exactitude de la théorie de MM. Fourcroy et Vauquelin et sur la composition de l'alcool et de l'éther. Nous avons donc cru qu'il

serait intéressant d'examiner de nouveau le sujet et de refaire l'analyse de ces deux substances.

Nous avons fait cette analyse par le moyen de l'oxide de cuivre, en opérant sur plus de 1<sup>5</sup>. L'alcool bien rectifié avait une densité de 0,1915 à la température de 18°, et il bouillait à 76° c. Il a donné :

Alcool.

Carbone... 0,5237	} calculés	0,5228
Hydrogène. 0,3231		0,1302
Oxigène... 0,3441		0,3470.

Il est donc réellement composé, comme l'a trouvé M. Gay-Lussac, de volumes égaux d'hydrogène bi-carboné et de vapeur d'eau.

L'éther que nous avons analysé avait une densité de 0,713 à la température de 20° c., et il bouillait à 34° c. Il a donné :

Éther.

Carbone... 0,6505	} calculés	0,6496
Hydrogène. 0,1385		0,1347
Oxigène... 0,2124		0,2157,

ou 2 volumes d'hydrogène bi-carboné et 1 volume de vapeur d'eau, comme l'ont annoncé MM. de Saussure et Gay-Lussac.

Nous avons aussi analysé de l'huile douce de vin bien purifiée, en la distillant sur du chlorure de calcium et un peu de potasse. Sa densité était de 0,9714 à 10° c. Nous y avons trouvé :

Huile douce.

Carbone... 0,8836 — 0,8880	} calculés	{ 0,8894
Hydrogène.. 0,1164 — 0,1120		

c'est donc un carbure d'hydrogène composé de 4 volumes de vapeur de carbone et 3 volumes d'hydrogène.

Pour avoir la composition du sulfo-vinate de baryte, nous en avons traité par l'oxide de cuivre pour déterminer le carbone et l'hydro-

Sulfo-vinate de baryte.

gène, et nous en avons calciné pour le transformer en sulfate, etc. Il a donné :

Sulfate de baryte.	0,5400—1 at.	
Acide sulfureux.	0,1485—1 at.	
Carbone . . . . .	0,1033	} huile douce. 0,1172—2 at.
Hydrogène . . . . .	0,0139	
Eau . . . . .	0,2000—5 at.;	

ce qui fait voir que le composé combustible qu'il contient est de l'huile douce de vin.

Sulfo-vinate  
de cuivre.

On obtient aisément du sulfo-vinate de cuivre par double décomposition avec le sel précédent et le sulfate de cuivre : il cristallise. Nous l'avons calciné pour doser le cuivre, traité par le chlorate de potasse mêlé de carbonate pour doser l'acide sulfurique, etc. Nous avons eu :

Oxide de cuivre. . . . .	0,2140—1 at.	
Acide hyposulfurique..	0,3898—1 at.	
Carbone. . . . .	0,1242	} h. douce. 0,1403—2 at.
Hydrogène. . . . .	0,0161	
Eau . . . . .	0,2559—5 at.	

La matière combustible qu'il renferme est de l'huile douce.

Sulfo-vinate  
de plomb.

On obtient le sulfo-vinate de plomb en saturant l'acide sulfo-vinique au moyen du carbonate de plomb ; il est acide et cristallise en aiguilles transparentes. Il contient :

Oxide de plomb. . . . .	0,3149—1 at.	
Acide hyposulfurique..	0,4072—2 at.	
Carbone. . . . .	0,1380	} h. douce. 0,1547—4 at.
Hydrogène. . . . .	0,0167	
Eau . . . . .	0,1233—5 at.	

Il contient de l'huile douce comme les sels précédens.

D'après la composition de ces sels, on peut établir aisément la composition de l'acide sulfo-

vinique ; car puisque l'huile douce diffère de l'hydrogène bi-carboné en ce qu'elle renferme 1 volume d'hydrogène de moins sur 4, il faut admettre que 2 atomes d'acide sulfurique, en perdant un atome d'oxygène pour passer à l'état d'acide hyposulfurique, ramènent 4 volumes d'hydrogène bi-carboné à l'état d'huile douce. On a donc, pour la composition de l'acide sulfo-vinique :

2 S <sup>acide</sup> acide hyposulfurique. . . . .	90232—0,7270
8 C carbone. . . . .	30132—0,2428
6 H hydrogène. } douce . . . . .	3750—0,0302

La théorie de l'éthérification devient dès-lors fort simple : l'acide et l'alcool se partagent en 2 portions, dont l'une produit de l'huile douce et de l'acide hyposulfurique, en donnant naissance à une certaine quantité d'eau ; et l'autre portion fournit, par leur réaction, de l'acide affaibli et de l'éther.

Lorsqu'on ajoute au mélange d'acide et d'alcool du peroxide de manganèse ou de l'acide chromique, ces oxides perdent une portion de leur oxygène pour former de l'huile douce, et il ne se produit pas d'acide sulfo-vinique ; mais la proportion de l'éther n'est pas augmentée.

Il paraît, d'après les expériences de M. Desfosses, que l'acide fluoborique et l'alcool ne donnent que de l'éther sans huile douce de vin.

Quelques chimistes, entre autres MM. Faraday et Hennel, pensent que l'acide sulfo-vinique est une combinaison d'acide sulfurique et d'hydrogène bi-carboné, combinaison qui, à une certaine température, se décompose en produisant de l'acide sulfureux et de l'huile douce, dont l'éther est

effectivement toujours mélangé. Les deux hypothèses expliquent également bien les phénomènes. Si l'on adoptait la dernière, la composition de l'acide sulfo-vinique serait représentée par la formule  $2 \ddot{S} + 4 H^a C^a = \ddot{S}^a + 2 H^3 C^4 + HH$ , et dans les sulfo-vinates neutres il y aurait 1<sup>at.</sup> de sulfate, 4<sup>at.</sup> d'hydrogène bi-carboné et 4<sup>at.</sup> d'eau.

20. *Mémoire sur les ÉTHERS COMPOSÉS*; par MM. Dumas et Boullay fils. (An. de Ch., t. 37, p. 15.)

Nous avons examiné les éthers nitrique, acétique, benzoïque et oxalique, et nous les avons analysés en les faisant passer en vapeur sur de l'oxide brun de cuivre chauffé au rouge naissant, en ayant soin de forcer le gaz à traverser ensuite une longue colonne de tournure de cuivre également rouge: d'un autre côté, nous avons recueilli l'eau formée dans ces combustions, tantôt sur du chlorure de calcium, tantôt dans des tubes refroidis à  $-12^{\circ}$ .

L'éther nitrique bien pur est d'un blanc jaunâtre; il ne rougit pas le tournesol: sa densité est de 0,886 à  $+4^{\circ}$  c. et à 0<sup>m</sup>,76 de pression.

Nous l'avons trouvé composé de

Carbone. . .	0,3269—4 vol.	} calculés	0,3202	
Azote. . .	0,1900—1			0,1883
Hydrogène.	0,0685—5			0,0665
Oxigène. . .	0,4146—2			0,4250;

ce qui revient à 1 volume de vapeur d'éther sulfurique et 1 volume d'acide hypo-nitreux.

Il est extrêmement difficile de séparer les dernières traces d'alcool de l'éther acétique. Cet

Éther nitrique.

Éther acétique.

éther, bien pur, bout à  $74^{\circ}$  c. sous la pression de 0<sup>m</sup>,76.

Il est composé de

Carbone. . .	0,5482—16 vol.	} calculés	0,5465	
Oxigène. . .	0,3643—16			0,3628
Hydrogène.	0,0886—4			0,0907;

ce qui revient à 1 at. d'éther sulfurique  $H^o C^3 O$  et 1 at. d'acide acétique  $H^6 C^3 O^3$ .

L'éther benzoïque bout à  $209^{\circ}$  c. Sa densité est 1,0539 à la température de  $10^{\circ}15$  c.: sa tension est très-faible. Il est composé de :

Carbone. . .	0,7532—38 vol.	} calculés	0,7269	
Oxigène. . .	0,1910—24			0,2033
Hydrogène.	0,0787—22			0,0698;

ce qui revient à 1 at. d'acide benzoïque  $H^{12} C^{30} O^3$  et 1 at. d'éther sulfurique.

Nous avons préparé l'éther oxalique en distillant un mélange de 1 d'alcool, 1 de sel d'oseille et 2 d'acide sulfurique. Quand il est bien pur, c'est un liquide oléagineux d'une densité de 1,0929 à  $7^{\circ},15$ , bouillant entre  $183$  et  $184^{\circ}$  c., et dont la tension est très-faible. Son odeur est aromatique et présente pourtant quelquefois de l'analogie avec celle de l'ail ou du phosphore. Il est composé de :

Carbone. . .	0,4961—12 vol.	} calculés	0,4942	
Oxigène. . .	0,4377—4			0,4375
Hydrogène.	0,0662—10			0,0683,

ou de 1 at. d'acide oxalique  $C^4 O^3$  et 1 at. d'éther sulfurique.

Nous avons recherché avec beaucoup de soin la densité de la vapeur des quatre éthers précités, par la méthode de M. Gay-Lussac; nous l'avons trouvée de 2,627 pour l'éther nitrique, 3,067 pour l'éther acétique, 5,409 pour l'éther benzoïque et

Éther benzoïque.

Éther oxalique.

5,087 pour l'éther oxalique, nombres très-peu différens de ceux que l'on peut déduire par le calcul de la composition des éthers, telle que nous l'avons donnée.

La potasse caustique décompose les éthers, et l'éther oxalique plus facilement que les autres, en s'emparant de l'acide qu'ils contiennent et en séparant de l'alcool, et c'est ce phénomène qui avait fait penser à M. Thénard que l'alcool était un des élémens des éthers composés; mais si l'on dose avec soin les deux produits qui résultent de la décomposition, on trouve qu'il y a augmentation de poids, et que cette augmentation est précisément égale à la quantité d'eau que l'éther sulfurique, contenu dans l'éther composé, peut absorber pour se transformer en alcool: ce dernier corps n'est donc pas tout formé dans l'éther.

Lorsqu'on fait passer du gaz ammoniac sur de l'éther oxalique, il se dégage de l'alcool et il se forme un sel composé d'acide oxalique, d'ammoniaque et d'hydrogène bi-carboné; en sorte que, dans cette réaction, une partie de l'éther sulfurique contenu dans l'éther oxalique abandonne son eau, qui, se combinant avec l'autre portion, produit de l'alcool, tandis qu'elle se trouve elle-même changée en hydrogène bi-carboné.

Quoiqu'on puisse considérer ces éthers composés comme formés d'acide et d'éther sulfurique, il y a une autre manière d'envisager la composition de ces corps: elle consiste à reporter sur le gaz hydrogène bi-carboné le caractère alcalin, et l'on acquiert ainsi la faculté d'embrasser d'un seul coup-d'œil les combinaisons les plus variées de cet ordre; nous attachons

quelque importance à ce point de vue. On se rappelle que M. Faraday a émis l'opinion que l'hydrogène bi-carboné et ses analogues saturaient l'acide sulfurique. Nous pensons que ce gaz joue le rôle d'un alcali très-puissant, doué d'une capacité de saturation égale à celle de l'ammoniaque. On verra, dans le tableau ci-dessous, la comparaison des combinaisons que ces deux bases peuvent former.

NOM DU COMPOSÉ.	BASE.	ACIDE.	EAU.
Hydrochlorate d'ammon.	Az H <sup>3</sup>	2H Ch	
Éther hydrochlorique...	2H <sup>2</sup> C <sup>2</sup>	2H Ch	
Hydriodate d'ammoniaq.	Az H <sup>3</sup>	2H I	
Éther hydriodique...	2H <sup>2</sup> C <sup>2</sup>	2H. I	
Hyponitrite d'ammoniaq.	2Az H <sup>3</sup>	Äz Az	H H
Éther nitrique...	4H <sup>2</sup> C <sup>2</sup>	Äz Az	H H
Acétate d'ammoniaque..	2Az H <sup>3</sup>	H <sup>6</sup> C <sup>4</sup> O <sup>3</sup>	H H
Éther acétique. ....	4H <sup>2</sup> C <sup>2</sup>	H <sup>6</sup> C <sup>4</sup> O <sup>3</sup>	H H
Benzoate d'ammoniaque.	2Az H <sup>3</sup>	H <sup>11</sup> C <sup>30</sup> O <sup>3</sup>	H H
Éther benzoïque. ....	4H <sup>2</sup> C <sup>2</sup>	H <sup>11</sup> C <sup>30</sup> O <sup>3</sup>	H H
Oxalate d'ammoniaque..	2Az H <sup>3</sup>	C <sup>4</sup> O <sup>3</sup>	H H
Éther oxalique. ....	4H <sup>2</sup> C <sup>2</sup>	C <sup>4</sup> O <sup>3</sup>	H H
Bi-sulfate d'ammoniaque	2Az H <sup>3</sup>	2 S	
Acide sulfo-vinique. . .	4H <sup>2</sup> C <sup>2</sup>	2 S	
Bi-oxalate d'ammoniaque	2Az H <sup>3</sup>	2C <sup>4</sup> O <sup>3</sup>	
Acide oxalo-vinique....	4H <sup>2</sup> C <sup>2</sup>	2C <sup>4</sup> O <sup>3</sup>	
Bi-carbonate d'ammonque..	2Az H <sup>3</sup>	4C	H H
Sucre de canne. ....	4H <sup>2</sup> C <sup>2</sup>	4C	H H
Sucre de raisin. ....	4H <sup>2</sup> C <sup>2</sup>	4C	2H H
Éther sulfurique.....	4H <sup>2</sup> C <sup>2</sup>		H H
Alcool. ....	4H <sup>2</sup> C <sup>2</sup>		2H H
Ammoniaque liquide...	Az H <sup>3</sup>		2H H

Le sucre de canne peut être considéré comme du carbonate d'éther sulfurique, et le sucre de raisin comme du carbonate d'alcool.

Les éthers composés ont la plus grande analogie avec les corps gras, ainsi que l'a remarqué M. Chevreul : ces derniers sont, comme les éthers, formés d'un corps organique et d'un acide; comme eux, ils se décomposent par l'influence des alcalis; comme eux enfin, ils ont pour base une matière qui, en se séparant de l'oxide, absorbe de l'eau qu'on ne peut plus lui enlever ensuite.

21. *Note sur l'analyse de quelques SUBSTANCES VÉGÉTALES*; par M. F. Marcet. (An. de Ch., t. 36, p. 27.)

J'ai analysé, par le moyen de l'oxide de cuivre, plusieurs substances végétales qui m'ont donné les résultats suivans :

	Amidon.	Amidon torréfié.	Hordéine.	Parenchy- me de pom- me de terre.	Gluten.	Ferment.
Carbone. .	0,437	— 0,357	— 0,442	— 0,374	— 0,557	— 0,305
Oxigène. .	0,497	— 0,581	— 0,476	— 0,586	— 0,220	— 0,574
Hydrogène.	0,066	— 0,062	— 0,064	— 0,040	— 0,078	— 0,045
Azote. . .	—	—	— 0,018	—	— 0,145	— 0,076

On sait que l'amidon torréfié au point où il commence à exhiler des vapeurs passe à une couleur brun jaunâtre, et acquiert la propriété de se dissoudre dans l'eau comme la gomme. La solution froide, mêlée avec la plus petite quantité d'iode, devient immédiatement d'un rouge pourpre. La liqueur pourpre est décolorée par l'eau bouillante, l'alcool, les acides et les alcalis.

M. Proust a donné le nom d'*hordéine* à une matière semblable, par ses propriétés chimiques, à la sciure de bois : on se la procure facilement en

malaxant entre les mains de la pâte de farine d'orge, en faisant tomber sur cette pâte un filet d'eau, qui entraîne l'amidon, et en faisant bouillir ensuite le résidu avec de l'eau.

22. *Sur la composition des SUBSTANCES ALIMENTAIRES simples, etc.*; par M. W. Prouth. (Trans. phil., 1827.)

Le procédé que j'ai employé pour l'analyse des substances organiques est fondé sur l'emploi simultané de l'oxide de cuivre et du gaz oxigène. La substance, mêlée avec de l'oxide de cuivre, est introduite dans un tube qu'on met en communication, par chacune de ses extrémités, avec un siphon renversé contenant de l'oxigène et servant de gazomètre. On fait passer l'oxigène d'un siphon à l'autre en versant du mercure dans la branche libre d'un des siphons, et en faisant écouler le mercure de l'autre siphon au moyen d'un robinet placé vers sa courbure. La quantité d'oxigène introduite dans l'appareil est mesurée, avant l'expérience, au moyen des gazomètres qui sont gradués, et le changement de volume que l'oxigène a éprouvé après l'expérience fait connaître la quantité d'hydrogène contenue dans la substance soumise à l'analyse.

L'appareil est chauffé par une suite de petites lampes à esprit de vin, et après l'action de l'oxide de cuivre, on fait circuler l'oxigène, afin de réoxider complètement le cuivre et de brûler toute partie de la substance qui aurait pu échapper à la combustion.

Par ce procédé, on évite les inconvéniens reprochés à l'oxide de cuivre, de condenser l'air et

l'humidité, et l'on obtient l'hydrogène plus exactement que par les procédés suivis jusqu'à présent.

	SUCRE				AMIDON	
	de canne.	de miel.	d'amidon.	de diabète.	de lait.	de manne.
Carbone.	0,428	— 0,364	— 0,362	— 0,36 à 0,40	— 0,40	— 0,387
Eau.....	0,572	— 0,636	— 0,638	— 0,61 à 0,60	— 0,60	— 0,613

Le sucre de canne n'éprouve aucun changement à la température de 100°; mais à celle d'environ 150°, il commence à fondre et prend la forme d'un liquide brun foncé. Après sept heures d'exposition à cette température, il ne perd que 0,006 de son poids; mais ses propriétés paraissent être altérées.

Le sucre de miel perd plus de 0,10 d'eau à la chaleur de 100°; il prend une couleur brune foncée et est décomposé partiellement.

Le sucre de manne n'abandonne son eau hygrométrique qu'à 100°; il brunet et exhale une forte odeur empyreumatique.

	AMIDON DE BLÉ.			LIGNEUX.		Gomme arabique.	
	1	2	3	Arrow-root.	1		2
Carbone.	0,375	— 0,428	— 0,440	— 0,428	— 0,427	— 0,500	— 0,363
Eau.....	0,625	— 0,572	— 0,560	— 0,572	— 0,573	— 0,500	— 0,637

L'amidon de blé a été analysé, 1°. dans son état de dessiccation ordinaire; 2°. après avoir été tenu pendant vingt heures à 100°, alors il a exactement la même composition que le sucre de canne; et 3°. après avoir été chauffé ensuite, pendant six heures, à une chaleur de 150 à 180°. Après cette dernière épreuve, il avait acquis une légère couleur jaune, et paraissait avoir éprouvé quelques changemens dans ses propriétés.

L'arrow-root (racine de *maranta indica*) abandonne toute l'eau qui n'est pas essentielle à sa composition à la température de 100°, et il contient alors 0,444 de carbone et 0,556 d'eau.

Le ligneux que j'ai analysé provenait du buis et du saule: pour le purifier, je l'ai réduit en poudre fine; je l'ai fait bouillir successivement avec de l'eau et avec de l'alcool, et je l'ai lavé encore une fois avec de l'eau: je l'ai employé, 1°. après l'avoir fait sécher à l'air, et 2°. après l'avoir exposé pendant vingt-quatre heures à 100°, et ensuite pendant six heures à 150 ou 165°; il a perdu, par cette dessiccation, 0,146 d'eau.

M. Autenrith, de Tubingen, a fait voir que, par un traitement convenable, on peut amener le ligneux à un état propre à faire du pain. Voici sa méthode: on le lave à l'eau bouillante, on le réduit en poudre, on le dessèche à plusieurs reprises dans un four, et on le passe sous des meules comme le blé. Ainsi préparé, il acquiert l'odeur et la saveur de la farine de blé; il est légèrement jaunâtre, il ne fermente pas sans levain: celui qui convient le mieux est le levain aigre de farine de blé. Il donne alors un pain homogène et spongieux, qui a beaucoup de croûte et un meilleur goût de pain que celui que l'on prépare, dans les temps de disette, avec le son du blé. La farine de bois, bouillie dans de l'eau, forme une gelée épaisse, tremblante comme celle de l'amidon, et qui est très-nutritive.

La gomme arabique, exposée pendant vingt heures à 100°, perd 0,124 de son poids: chauffée ensuite à 180° pendant six heures, elle brunet et éprouve un commencement de décomposition.

	ACIDES VÉGÉTAUX					
	acétique.	oxalique.	tartrique.	citrique.	malique.	mucique.
Carbone.	0,4705	— 0,1904	— 0,320	— 0,3428	— 0,4068	— 0,3333
Eau.....	0,5295	— 0,4285	— 0,320	— 0,4285	— 0,4576	— 0,4444
Oxigène.	.....	— 0,3811	— 0,360	— 0,2287	— 0,1356	— 0,2222

L'acide *acétique* analysé était combiné avec l'oxide de cuivre.

Les acides *oxalique*, *tartrique* et *citrique* étaient en cristaux bien purs.

L'acide *malique* était combiné avec le plomb, la chaux ou le cuivre.

L'acide *mucique* avait été préparé comme il suit : on prend de l'acide impur obtenu avec la gomme; on y ajoute de l'ammoniaque en léger excès, et ensuite assez d'eau bouillante pour dissoudre le sel : on filtre immédiatement et on évapore doucement jusqu'à sec ; le *mucate d'ammoniaque* se sépare en cristaux, qu'on lave avec de l'eau froide jusqu'à ce qu'ils soient blancs et purs ; on les dissout alors dans le moins d'eau bouillante possible, et on filtre la dissolution dans de l'acide nitrique étendu : l'acide mucique se précipite dans un état de pureté parfait.

23. POUVOIR VAPORISANT DU BOIS *pour l'eau et la saumure*; par M. Bischof. (Arch. fur Bergben, t. 11, p. 425.)

M. Bischof a trouvé, par expérience, que dans les grandes poêles en fer battu des salines de Durremberg, une partie de bois vaporise 6,75 d'eau pure et seulement 4,54 lorsqu'on concentre la saumure de  $50^{\circ} \frac{1}{2}$  jusqu'à saturation. Pendant la cristallisation, la vaporisation est de 5,69.

24. *Sur la propriété qu'a l'ACIDE SULFURIQUE de dissoudre des corps simples oxidables sans les oxidier*; par M. Magnus. (An. de Pog., 1827, p. 491.)

L'acide sulfurique anhydre a la propriété de dissoudre sans oxidation, non-seulement des

corps composés, comme M. Berzelius l'a prouvé pour les cyanures métalliques et M. Vogel pour le perchlorure de mercure, mais encore des corps simples, et, parmi ces derniers, autant ceux avec l'oxide desquels il produit une combinaison cristalline, comme le tellure, que ceux pour l'oxide desquels il n'a point d'affinité, comme le soufre et le sélénium.

M. Vogel a trouvé que lorsqu'on met de l'acide sulfurique en contact avec du soufre, il en résulte une dissolution bleu foncé, verte ou brune, selon la proportion du soufre dissous.

Le tellure donne une dissolution d'un rouge écarlate, et le sélénium une dissolution verte. Si l'on verse rapidement de l'eau dans ces dissolutions, le soufre, le tellure et le sélénium s'en séparent sans altération ; mais si on les met en contact avec de l'air humide, les trois corps s'oxident et il y a dégagement d'acide sulfureux.

On sait que M. Bussy a annoncé que l'iode peut se dissoudre dans l'acide sulfurique anhydre et colore la liqueur en bleu verdâtre.

25. *Sur un nouveau degré d'oxigénation du SÉLÉNIUM*; par M. Mitscherlich. (An. der Ch., 1827.)

Ce nouveau degré d'oxigénation du sélénium produit un acide analogue à l'acide sulfurique; l'acide découvert par M. Berzelius doit par conséquent prendre le nom d'*acide sélénieux*.

Pour le préparer, on traite par l'acide muriatique le séléniure de plomb natif, afin de dissoudre les carbonates dont il est mélangé ; on mêle le résidu avec un poids égal au sien de nitrate de soude, et l'on projette le mélange par portions

dans un creuset chauffé au rouge; le plomb se change en oxide et le sélénium en acide séléni- que, qui se combine avec la soude. On fait di- gérer la masse fondue dans l'eau; on fait bouillir promptement la dissolution, il se sépare pen- dant cette opération du séléni-ate de soude an- hydre, et lorsqu'ensuite on laisse refroidir, elle donne des cristaux de nitrate de soude; on traite de la même manière les eaux-mères, etc.; mais le séléni-ate n'est bien pur que lorsqu'on a préa- lablement changé les nitrites en nitrates par l'ad- dition d'une quantité suffisante d'acide nitrique et lorsque le minéral employé ne contient pas de soufre; car il n'y a aucun moyen de séparer les sulfates des séléni-ates, si ce n'est en décom- posant l'acide séléni-que et en précipitant le sé- lénium.

Lorsqu'on a préparé le séléni-ate de soude, on en précipite l'acide séléni-que par le nitrate de plomb, et on décompose le séléni-ate de plomb par l'acide hydrosulfurique, qui est sans action sur l'acide séléni-que.

L'acide séléni-que se présente comme un li- quide incolore, qu'on peut chauffer jusqu'à 260° sans qu'il se décompose sensiblement; au-delà de cette température, il se change en acide sé- lénieux et en oxigène. Sa densité est de 2,6; il contient environ 0,15 d'eau combinée. Il a une grande affinité pour ce liquide et il s'échauffe au- tant avec lui que l'acide sulfurique. Lorsqu'on le fait bouillir avec de l'acide hydrochlorique, il se forme du chlore et de l'acide séléni-que; aussi ce mélange peut-il dissoudre l'or et le platine. L'acide pur dissout le zinc et le fer avec dégage- ment d'hydrogène et le cuivre avec formation

d'acide séléni-que; il dissout aussi l'or, mais non pas le platine. Il n'est pas altéré par l'acide sulfu- reux.

L'acide séléni-que est fort énergique et peu in- férieur à l'acide sulfurique par son affinité pour les bases: aussi le séléni-ate de baryte ne peut-il pas être décomposé complètement par l'acide sulfurique.

Pour déterminer la composition de l'acide sé- lénique, j'ai d'abord recherché celle du séléni-ate de potasse fondu, en décomposant une partie de ce sel par l'acide hydrochlorique et dosant le chlorure de potassium; et une autre portion par le sulfite de soude, après avoir été mis en ébul- lition avec l'acide hydrochlorique.

J'ai eu pour le séléni-ate de potasse:

Potasse . . . . .	0,4216
Acide séléni-que. . .	0,5784,

et pour l'acide séléni-que:

Sélénium. . . . .	0,614
Oxigène. . . . .	0,386.

Selon M. Berzelius, l'acide séléni-que renferme 40,33 d'oxigène pour 100 de sélénium. Il s'en- suit que, dans l'acide séléni-que, l'oxigène est à celui de l'acide séléni-que :: 3 : 2. D'après cela, l'acide séléni-que doit contenir 0,3768 d'oxigène, et je crois que c'est là sa vraie composition, parce que, dans l'expérience que j'ai faite, il se perd toujours un peu de sélénium.

Les séléni-ates cristallisent très-facilement; ils Séléni-ates. sont isomorphes avec les sulfates, et ils ont beau- coup de rapports avec ces sels; ils en diffèrent par les propriétés suivantes:

Ils déflagrent sur les charbons comme le

nitre ; ils donnent, avec les sels de baryte, un précipité insoluble, et ils sont changés en sélénites avec dégagement de chlore lorsqu'on les fait bouillir avec de l'acide hydrochlorique. Quand on les chauffe avec du sel ammoniac, ils se décomposent et produisent du sélénium, de l'azote et de l'eau. Pour 100 d'acide, ils contiennent une quantité de base qui renferme 12,56 d'oxygène.

26. *Nouveau procédé pour obtenir l'ACIDE GALLIQUE* ; par M. Le Roger. (Mém. de phys. de Genève, 23, p. 79.)

On épuise la noix de galle par des décoctions répétées ; on ajoute à ces décoctions concentrées une solution de gélatine, qui précipite le tannin ; on filtre ; on ajoute du charbon animal très-pur ; on fait bouillir pendant 8 ou 10 minutes ; on filtre de nouveau, et l'on obtient, par évaporation et refroidissement, des cristaux d'acide gallique soyeux et parfaitement blancs. Les noix de première qualité fournissent, par ce moyen, le quart de leur poids d'acide, tandis que, par le procédé de M. Braconnot, elles n'en produisent que le cinquième.

27. *Analyse du MELLITE et sur l'acide MELLIQUE et les MELLATES* ; par M. Wohler. (An. der Chem., 1826, p. 325 et 335.)

Le *mellite* est facilement décomposé par une dissolution concentrée de carbonate d'ammoniaque : il est composé de :

Acide mellique....	0,414
Alumine.....	0,145
Eau.....	0,441,

et il contient de plus un peu de fer et de substance résineuse.

L'acide mellique est très-acide, inaltérable à l'air, très-soluble dans l'eau et dans l'alcool ; il cristallise par évaporation spontanée en aiguilles fines, groupées en étoiles d'un beau blanc ; il supporte sans se carboniser une chaleur assez forte, et il se sublime sans se fondre. Les mellates fournissent à la distillation beaucoup de charbon et peu de produits hydrogénés, ce qui prouve que l'acide contient peu d'hydrogène. Quand on fait bouillir l'acide mellique pendant un certain temps dans l'alcool, il se transforme en un autre acide peu soluble, qui a beaucoup de rapport avec l'acide benzoïque. On prépare facilement l'acide mellique en précipitant le mellate d'ammoniaque par l'acétate de plomb et décomposant ensuite le mellate de plomb par l'hydrogène sulfuré.

Le mellate neutre de potasse donne une masse cristalline rayonnée. Le mellate acide peut s'obtenir en hexaèdres non réguliers : c'est ce sel que M. Vauquelin a décrit autrefois sous le nom d'acide mellique.

Le mellate de soude ne cristallise qu'en aiguilles fines.

Le mellate d'ammoniaque cristallise très-facilement ; les cristaux sont grands, brillans, transparents, et offrent, d'après les observations de M. G. Rose, deux formes indépendantes, quoi- qu'ils soient au même degré de saturation.

Le mellate d'argent est une poudre blanche qui détonne légèrement par la chaleur.

Il y a un mellate double d'argent et de potasse.

28. *Note sur la NITRIFICATION*; par M. Liebig. (An. de Ch., t. 35, p. 329.)

Parmi soixante-dix-sept échantillons d'eaux de pluie que j'ai examinés, il y en avait dix-sept qui provenaient de pluies d'orage : or, ces dix-sept échantillons contenaient tous de l'acide nitrique en quantités très-différentes, combiné à la chaux ou à l'ammoniaque : parmi les autres, je n'en ai trouvé que deux qui contiennent des traces d'acide nitrique : ces eaux contenaient aussi du muriate de soude, mais point de sel de potasse, non plus que de fer et de manganèse.

Il est clair, d'après cela, que la foudre, en traversant l'air, détermine la formation d'une grande quantité d'acide nitrique, et de là peut résulter la production de nitrates dans des lieux où il n'existe ni matières animales ni matières végétales.

Luisius a publié, en 1798, un mémoire, dans lequel il prouve que lorsque les substances animales ou végétales ont le contact de l'eau et de l'air, elles se décomposent entièrement au bout d'un temps plus ou moins long, qui varie selon la nature de la substance, et qu'il se produit beaucoup d'acide nitrique et peu d'ammoniaque.

Margraf et Berzelius ont trouvé du nitre dans plusieurs eaux de puits : j'en ai trouvé également dans l'eau de douze puits de Giesen, tandis que l'eau de neuf puits situés à quelque distance de la ville ne m'en a donné aucune trace.

Tous ces faits paraissent peu favorables à la théorie de M. Longchamp.

29. *Mémoire sur l'action réciproque du NITRATE DE POTASSE et de l'HYDROCHLORATE D'AMMONIAQUE, de l'ACIDE NITREUX et de l'AMMONIAQUE*; par M. Soubeiran. (J. de Ph., 1827, p. 321.)

M. Gronvelle a annoncé (*An. des Mines*, t. VII, p. 76) que la double décomposition du muriate d'ammoniaque et du nitrate de potasse, sous l'influence d'une élévation de température, formait du protoxide d'azote; mais cela n'est pas exact. Des expériences multipliées m'ont appris qu'il résulte de cette réaction du chlorure de potassium, de l'eau, du chlore, de l'acide hydrochlorique, un peu d'acide nitreux et de l'azote; on peut même employer ce moyen pour préparer le dernier gaz : car la décomposition se fait avec la plus grande facilité, et on obtient d'une petite quantité de mélange une proportion considérable d'azote; il faut seulement avoir la précaution de recueillir le gaz sur l'eau et même de le laver avec un peu de potasse, pour le débarrasser entièrement du chlore et de l'acide nitreux. Les meilleures proportions à employer sont une partie de sel ammoniac et deux parties de nitre.

On ne peut se rendre raison de la formation de tous les produits que nous avons indiqués qu'en admettant que l'acide nitreux décompose l'ammoniaque, et qu'il résulte de cette décomposition du pernitrite d'ammoniaque, de l'azote et de l'eau : c'est effectivement ce qui a lieu, soit qu'on fasse agir les deux substances l'une sur l'autre à l'état gazeux, soit qu'on introduise peu à peu de la vapeur nitreuse dans une solution ammoniacale : il se produit presque toujours en

même temps une petite quantité de nitrate, à cause de la présence de l'air, qu'il est presque impossible d'éviter.

Cela posé, on peut représenter de la manière suivante les réactions qui ont lieu lorsqu'on chauffe un mélange de sel ammoniac et de nitre:

*Éléments de la réaction.*

2 vol. azote. . . . .	}	acide nitrique.
5    oxigène. . . . .		
2 $\frac{2}{3}$ azote. . . . .	}	ammoniaque.
8    hydrogène. . . . .		
2 $\frac{2}{3}$ chlore. . . . .	}	acide hydrochlorique.
2 $\frac{2}{3}$ hydrogène. . . . .		

*Produits de la réaction.*

1<sup>o</sup>. Réaction de l'acide hydrochlorique sur l'acide nitrique.

2 vol. azote. . . . .	}	acide nitreux.
4    oxigène. . . . .		
1 vol. oxigène. . . . .	}	eau.
2    hydrogène. . . . .		
2    chlore.		

2<sup>o</sup>. Réaction de l'acide nitreux sur l'ammoniaque.

2 vol. azote. . . . .	}	acide pernitreux.
3    oxigène. . . . .		
1    oxigène. . . . .	}	eau.
2    hydrogène. . . . .		
$\frac{2}{3}$ azote.		

3<sup>o</sup>. Réaction de l'acide pernitreux sur l'ammoniaque.

2 vol. azote. . . . .	}	acide pernitreux.	}	pernitrite d'ammoniaque.
3 oxigène. . . . .				
2 azote. . . . .	}	ammoniaque. . . . .		
6 hydrogène. . . . .				

On sait que par la chaleur le pernitrite d'ammoniaque se décompose en eau et en azote, et

qu'une petite quantité de ce sel se transforme en nitrate d'ammoniaque, que la chaleur décompose ensuite en donnant du protoxide d'azote.

La totalité de l'ammoniaque décomposée contient  $2\frac{2}{3}$  vol. d'azote et 8 vol. d'hydrogène; elle formait du sel ammoniac avec une quantité d'acide hydrochlorique, composée elle-même de  $2\frac{2}{3}$  vol. de chlore et de  $2\frac{2}{3}$  vol. d'hydrogène: or, comme l'acide nitrique n'a exigé pour se transformer en acide nitreux que 2 volum. d'hydrogène, il en résulte que le quart de l'acide hydrochlorique n'a pas été décomposé et a dû se trouver à l'état de liberté dans la liqueur.

30. *Sur les changemens de formes cristallines qui sont produits par différens degrés de température dans les SULFATES et les SÉLÉNIATES; par M. E. Mitscherlich. (An. de Pogg., 1827.)*

M. Haidinger a fait voir que le sulfate de soude cristallise sans eau à 33°. Le séléniate de soude cristallise aussi sans eau à la même température et prend la même forme que le sulfate de soude et que les sulfate et séléniate d'argent. A une température ordinaire, le sulfate, le séléniate et le chromate de soude cristallisent dans la forme connue du sulfate de soude hydraté. Les sulfates de zinc, de nickel et de magnésie, les séléniates de zinc et de magnésie cristallisent, les deux derniers à une température au-dessous de 15°, les trois premiers plusieurs degrés au-dessus en formes isomorphes, qui appartiennent au système prismatique.

Le sulfate de nickel, le séléniate de zinc et le séléniate de nickel cristallisent en formes isomorphes, qui sont des octaédres à base carrée;

les deux premiers à 15 ou 20°, et le troisième à la température ordinaire.

Le sulfate de nickel et le séléniate de zinc prismatiques changent de structure sans perdre leur forme extérieure lorsqu'on les expose pendant quelques jours à la lumière solaire, et se trouvent alors composés d'octaèdres à base carrée.

En faisant cristalliser les sulfates de magnésie, de zinc et de nickel un peu au-dessus de 50°, le séléniate de magnésie et de cobalt à 15° et le sulfate de cobalt, en soumettant à une température de 15 à 20° une dissolution concentrée à 30°, on obtient des cristaux isomorphes, dont la forme est héli-prismatique, et qui ont une grande ressemblance avec les cristaux de sulfate de fer.

Le séléniate de zinc donne des cristaux de la forme du sulfate de zinc dans une dissolution chaude; à une température plus basse, il produit des cristaux en octaèdres à base carrée, et, à une température très-basse, des cristaux prismatiques.

Les sulfates de fer et de cobalt à la température ordinaire, le séléniate de cobalt au-dessous de 10°, et le sulfate de manganèse au-dessous de 5°, cristallisent comme le sulfate de fer ordinaire.

Le séléniate et le sulfate de manganèse, les séléniates de zinc et de cobalt, cristallisent, les deux premiers à 5°, les deux autres à 30 ou 40° en cristaux isomorphes, qui ressemblent au sulfate de cuivre.

Le sulfate de fer donne, à environ 80°, des cristaux qui appartiennent au système prismatique.

Le sulfate et le séléniate de chaux ne pren-

nent par la voie humide que la forme du gypse; le sulfate de chaux fondu a la forme de l'anhydrite.

L'acétate de strontiane, cristallisé à 15°, contient une quantité d'eau dont l'oxigène est moitié de celui de la base; mais, à une température plus basse, on obtient un sel qui contient huit fois autant d'eau.

L'acétate de baryte, cristallisé à 15°, contient une quantité qui renferme autant d'oxigène que la base; mais, à une température plus élevée, le sel contient trois fois autant d'eau, et est isomorphe avec l'acétate de plomb qui contient la même quantité d'eau.

31. *Lettre de M. Bonsdorf à M. Gay-Lussac, sur les CHLORURES, IODURES, FLUORURES, etc.* (Ann. de Ch., t. 34, p. 142.)

En réfléchissant sur la grande analogie qui existe entre l'oxigène et quelques autres corps éminemment négatifs, il m'a paru très-probable que les combinaisons de ces élémens avec les autres corps électro-négatifs donneraient naissance à des composés analogues aux acides, et que leurs combinaisons avec les corps électro-positifs produiraient des composés analogues aux bases salifiables (1).

J'ai commencé les recherches que je m'étais proposé de faire à ce sujet par le deuto-chlorure de mercure, dont la dissolution dans l'eau a la propriété de rougir le tournesol. J'ai trouvé que

(1) Ces idées ne sont pas nouvelles, elles ont été émises par M. Ampère, il y a douze ans, dans le beau mémoire qu'il a publié sur la classification des corps simples, et, depuis ce temps, elles sont professées publiquement en France par plusieurs chimistes.

cette réaction est constante pour les chlorures de tous les métaux électro-positifs, et que tous ces chlorures forment avec celui de mercure des combinaisons solubles, susceptibles de cristalliser, et analogues aux sels. Je propose, en conséquence, de nommer ces combinaisons *chlorohydrargirates*.

J'ai combiné aussi le deuto-chlorure de platine, que je propose de nommer acide *chloroplatinique*, avec un grand nombre de chlorures positifs.

Le chlorure de palladium forme, avec les autres chlorures, beaucoup de composés solubles et cristallisables.

Le deuto-iodure de mercure, quoique insoluble dans l'eau, se dissout très-bien dans les iodures des métaux électro-positifs, et donne naissance à des combinaisons cristallisables.

Si l'acide fluorique est un hydracide, comme tout porte à le croire, et si par conséquent les acides fluo-silicique, fluo-titanique, etc., sont des composés de deux élémens, il paraît en résulter que tous les sels doubles que forment les fluates de soude, etc., avec les fluates acides, sont des sels simples à bases de fluorures de potassium, etc., et qu'on doit nommer ces sels *fluo-silicates de potassium*, etc.

Je me propose d'examiner les chloro-stibiates, les chloro-stannates, etc., et les combinaisons du chlore avec tous les métaux et tous les corps simples non métalliques.

32. *Mémoire sur les IODURES DOUBLES*; par M. Polydore Boullay. (An. de Ch., t. 34, p. 287.)

Les iodures et les chlorures sont analogues

aux oxides et aux acides : ils se combinent entre eux, et leurs combinaisons doivent être assimilées aux sels.

L'iodure rouge de mercure se dissout en abondance dans l'acide hydriodique liquide, et plus à chaud qu'à froid. Les dissolutions saturées à chaud contiennent deux atomes d'acide hydriodique et un atome d'iodure. Si l'on étend les dissolutions d'eau, la moitié de l'iodure se précipite, et il reste dans la liqueur un composé de 4 atomes d'acide et d'un atome d'iodure; enfin, lorsqu'on abandonne à elles-mêmes les dissolutions faites à chaud dans l'acide hydriodique concentré, elles laissent déposer des aiguilles jaunes, qui sont formées de 3 atomes d'acide et d'un atome d'iodure de mercure.

Un atome d'iodure de potassium en dissolution concentrée et chaude peut dissoudre 3 atomes d'iodure rouge de mercure : par le refroidissement, il se sépare un atome de cet iodure sous forme de cristaux octaèdres, cubiques ou prismatiques d'un grand éclat. L'eau-mère, abandonnée à elle-même, laisse apparaître, au bout de quelque temps, de longs prismes composés de :

Iodure de mercure. . .	0,7030—2 at.
Iodure de potassium. . .	0,2551—1 at.
Eau. . . . .	0,0419—6 at.

Ce sel retient souvent un petit excès d'iodure : il est inaltérable à l'air ; lorsqu'on le chauffe, il perd son eau, puis il se fond en un liquide rouge, et enfin l'iodure de mercure se volatilise. Les acides en précipitent l'iodure rouge ; l'alcool et l'éther le dissolvent sans altération, et il cristallise par évaporation spontanée. A l'aide de la chaleur, le fer et le cuivre en séparent le mercure ;

L'eau le décompose et en sépare la moitié de l'iodure de mercure. Il reste dans la liqueur un composé d'un atome de chaque iodure : ce composé est jaunâtre et incristallisable.

Les iodures de sodium, de barium, de strontium, de calcium, de magnésium et de zinc, donnent, avec l'iodure de mercure, des sels analogues à ceux que forme l'iodure de potassium.

L'hydriodate d'ammoniaque donne lieu à la formation de trois ordres de sels avec le bi-iodure de mercure.

Le premier ne peut exister qu'à chaud et paraît être formé de 3 atomes d'acide et de 2 atomes de base.

Le second cristallise en aiguilles jaunes, inaltérables à l'air : lorsqu'on le chauffe, il se fond, perd 0,03 d'eau de cristallisation, se sublime en partie et se décompose en iode, iodure de mercure, etc. Il est composé de :

Iodure de mercure. . . . .	0,7374—1 at.
Hydriodate d'ammoniaque. . . . .	0,2333—1 at.
Eau . . . . .	0,0293—2 at.

L'eau décompose ce sel en partie et en sépare la moitié de l'iodure acide qu'il contient ; le composé qui se dissout contient donc deux atomes d'hydriodate d'ammoniaque et un atome d'iodure de mercure.

Il y a trois iodures de mercure. On obtient le periodure, qui est rouge, en précipitant les sels de deutroxyde de mercure par un hydriodate alcalin : le proto-iodure est vert ; il est ramené à l'état de periodure et de mercure métallique par l'acide hydrochlorique, les iodures de potassium, de sodium, de calcium, de barium, de strontium, de magnésium, de zinc, l'hydro-

date d'ammoniaque, le sel marin et l'hydrochlorate d'ammoniaque : il se produit lorsqu'on précipite un sel de protoxyde de mercure aussi neutre que possible par un iodure alcalin sans excès ; mais pour l'avoir très-pur il faut employer le proto-acétate.

Le troisième iodure de mercure est un composé des deux premiers. Il contient :

Periodure. . . . .	0,58—Hg I <sup>4</sup>	} Hg I <sup>3</sup> .
Proto-iodure. . . . .	0,42—Hg I	

Il est jaune : on peut l'isoler de l'iodure rouge, dont il est souvent mélangé, par le moyen de l'alcool, qui ne dissout que le premier : il se produit lorsqu'on précipite par un iodure alcalin un mélange de sels de protoxyde et de deutroxyde de mercure ; pour l'avoir très-pur, il faut préparer un hydriodate ioduré qui contiennent 2 atomes d'iodure pour un atome d'iodure et précipiter la dissolution par le protonitrate de mercure, en ayant soin d'agiter continuellement le mélange.

Les chlorures positifs paraissent être susceptibles, comme les iodures alcalins, de se combiner avec les iodures négatifs ; mais ces combinaisons sont moins stables : 5 atomes de chlorure de potassium ou d'hydrochlorate d'ammoniaque peuvent dissoudre à chaud un atome de bi-iodure de mercure ; mais, par le refroidissement, cet iodure se sépare en totalité de la dissolution à l'état cristallin.

Le bi-iodure de mercure se dissout facilement à chaud dans le bi-chlorure de ce métal : par le refroidissement, il se fait un dépôt jaune qui contient un atome de chacun des composants.

L'iodure de plomb Pb I<sup>2</sup> est un peu soluble dans l'eau à chaud ; par refroidissement, il cris-

tallise en belles et larges paillettes hexagonales, d'un jaune d'or. Il se dissout très-facilement à froid dans une solution tant soit peu concentrée d'iodure de potassium; la liqueur fournit, au bout de peu de temps, des cristaux alcalins blancs et soyeux, qui sont composés de 2 atomes de l'iodure acide et d'un atome de l'iodure alcalin. A la température de 50 à 60°, l'eau et l'alcool le décomposent et en séparent 1 atome d'iodure de plomb: les dissolutions fournissent, par le refroidissement, le même sel que le précédent.

Lorsqu'on dissout de l'iodure de mercure dans une dissolution concentrée d'iodure de potassium en excès, la liqueur donne d'abord des cristaux soyeux jaunâtres, contenant deux atomes d'iodure de potassium pour 1 atome d'iodure alcalin, et, plus tard, le sel a 2 atomes d'acide semblables à celui dont il a été fait mention plus haut.

Si dans une dissolution de protochlorure d'étain  $\text{Sn Cl}^4$ , on verse une dissolution étendue d'iodure alcalin, la liqueur, au bout de quelque temps, se remplit d'une foule de houppes cristallines d'un iodure d'étain d'un beau rouge orangé, soluble dans l'eau, plus à chaud qu'à froid, et susceptible de cristalliser, par refroidissement, en belles aiguilles rouges avec des reflets jaunes: ces aiguilles, exposées à l'air humide, se décomposent en oxide d'étain et en acide hydriodique; en les analysant par l'acide nitrique, j'ai trouvé qu'elles sont composées de:

Étain. 0,5201—1 at.  
Iodé.. 0,6799—4 at.

Si dans une dissolution de protochlorure d'é-

tain on verse une dissolution concentrée d'iodure de potassium, il se dépose un sel soyeux légèrement jaunâtre, et qui est composé d'un atome de base et 2 atomes d'acide. Il est soluble sans altération dans l'alcool et décomposable par le chlore.

Il y a un iodo-stannate d'iodure de sodium. Il est très-soluble.

Les iodo-stannates de barium et de strontium sont également très-solubles.

L'hydriodate d'ammoniaque forme avec l'iodure d'étain un sel soyeux verdâtre, qui contient un atome de chacun de ses élémens.

L'iodure d'argent  $\text{Ag I}^4$  est complètement soluble dans l'iodure de potassium: la combinaison se prend en masse cristalline blanche; l'eau en sépare complètement l'iodure insoluble; la chaleur le fait fondre sans l'altérer: il est composé d'un atome d'iodure d'argent et de 2 atomes d'iodure de potassium.

Si l'on maintient un excès d'iodure d'argent dans la solution d'iodure de potassium, il se forme un sel blanc aiguillé, qui contient un atome de chacun de ses élémens: il est soluble à chaud dans l'alcool et cristallise par refroidissement.

33. *Procédé pour reconnaître LA POTASSE par un essai au chalumeau*; par M. Harkort de Freyberg. (An. de Pogg., 1827, p. 182.)

Kirwan a annoncé qu'avec l'oxide de nickel la potasse donne un verre bleuâtre et ayant tendance à passer au pourpre, et la soude un verre brunâtre. J'ai reconnu que la différence des couleurs est assez tranchée pour qu'elle

puisse servir à faire distinguer les deux alcalis l'un de l'autre : avec le même oxide, la lithine produit un verre brun un peu rouge.

Il faut employer, pour faire ces essais, du nitrate de nickel ou de l'oxide de nickel fondu avec du borax.

La potasse, chauffée sans addition sur le fil de platine, colore la flamme en rouge, ce que ne font ni la soude ni la lithine.

34. *Sur une combinaison d'IODURE DE POTASSIUM ET DE PLOMB*; par M. Berthemot. (J. de Ph. 1827, p. 308.)

On sait que l'iodure de potassium pur cristallise en cubes; mais lorsqu'on le met en contact avec des substances qui contiennent de l'oxide de plomb, il acquiert la propriété de cristalliser en octaèdres ou en dodécaèdres. J'ai obtenu des cristaux en octaèdres ou en dodécaèdres :

1°. En décomposant l'hydriodate de fer par de la potasse qui avait dissous de l'oxide de plomb;

2°. En faisant bouillir de l'oxide de plomb avec de l'hydriodate de potasse;

3°. En faisant bouillir de l'iodure de plomb avec une solution concentrée de carbonate de potasse. Ces cristaux ne contiennent que 0,0085 d'iodure de plomb : quand on les traite par une grande quantité d'eau, cet iodure se sépare presque en totalité; si l'on rapproche ensuite beaucoup la liqueur, l'iodure qui s'était séparé se redissout. On sépare jusqu'aux dernières traces d'iodure de plomb de l'iodure de potassium par le moyen de l'hydrogène sulfuré ou de l'hydro-sulfate d'ammoniaque.

35. *Sur les SILICATES DE POTASSE ET DE SOUDE*; par M. Fuchs de Nuremberg.

On obtient un silicate de potasse ou de soude, à-peu-près insoluble dans l'eau froide, mais soluble dans l'eau bouillante, en saturant une dissolution alcaline de silice en gelée ou en fondant ensemble :

Sable blanc. . . . . 45—Sable blanc. . . . . 10  
Potasse du commerce. 30—Carb. de soude cristallisé. . 20  
Charbon de bois. . . . 5—Charbon de bois. . . . . 2

La dissolution de ces silicates se prend par l'évaporation en un liquide sirupeux, dont la densité est de 1,24 à 1,25 : ce liquide est opaque, il a des propriétés alcalines très-prononcées; il contient 0,28 de verre anhydre; ce verre en est précipité par l'alcool, les sels métalliques et les terres. En le concentrant, il s'épaissit de plus en plus, et se tire en filamens vitreux. Desséché complètement, il offre une masse vitreuse un peu laiteuse et un peu moins dure que le verre ordinaire, mais qui ne s'altère pas à l'air, et qui n'altère ni l'eau ni l'acide carbonique. Ce verre, appliqué sur les corps, forme un vernis solide, qui les rend incombustibles : je l'ai employé avec grand succès au théâtre de Munich.

36. *Préparation du PRUSSIATE DE POTASSE FERREUX*; par M. Gaultier. (J. de Pharm., 1827, p. 11.)

On chauffe dans des tuyaux de fer, un peu au-dessus du rouge brun, un mélange de :

Sang desséché . . . . 735 }  
Nitrate de potasse. . 250 } 1000.  
Battitures de fer. . . . 15 }

On lave et l'on fait cristalliser. Les premières

eaux de lavage laissent déposer du bi-carbonate de potasse par refroidissement, puis elles donnent un mélange de prussiate et de sous-carbonate, que l'on peut séparer l'un de l'autre par des cristallisations successives.

Le nitrate de potasse fournit l'alcali et sert en même temps à brûler l'hydrogène de la matière animale : d'où il résulte qu'il ne se forme pas d'ammoniaque, et que l'azote se combine tout entier avec le carbone.

37. *Sur le BORAX*<sup>34</sup>, par M. Payen. (Globe, 8 novembre. 1827.)

J'ai obtenu dans mon laboratoire, et je puis maintenant préparer en grand, un nouveau borax, qui pourra être employé avec avantage à la place du borax ordinaire (1). Le nouveau borax est cristallisé en octaèdres réguliers, tandis que les cristaux ordinaires de borate de soude sont des prismes à 4 ou 6 pans, terminés par des pyramides trièdres. Sa densité est à celle des cristaux ordinaires :: 1815 : 1740. Il se dissout moins promptement que le borax ordinaire ; il est plus dur ; il sonne comme de la fonte ; sa cassure est vitreuse, luisante et un peu ondulée. L'air humide et l'eau conservent aux cristaux ordinaires leur transparence ; l'air sec rend leur superficie opaque : le contraire arrive pour les nouveaux cristaux ; dans l'air humide, ils de-

(1) Il paraît que ce nouveau borax était préparé, depuis long-temps, par un fabricant de produits chimiques de Charlevoix : ce nouveau borax renferme 0,2875 d'eau, tandis que le borax ordinaire en contient 0,46 ; mais dans les deux sels la proportion relative d'acide et de soude est la même.

viennent opaques, et ils conservent leur opacité dans l'air sec.

38. *Nouveau procédé pour préparer le DEUTOXIDE DE BARIUM* ; par M. Quesneville fils. (J. de Pharm., 1817.)

On introduit du nitrate de baryte dans une cornue de porcelaine, à laquelle on adapte un tube de Welter, qui se rend sous une cloche pleine d'eau ; on chauffe graduellement la cornue, et on l'entretient à la chaleur rouge tant qu'il se dégage du gaz nitreux et du gaz azote ; mais aussitôt que le gaz oxigène commence à passer pur, on ôte le feu et on laisse refroidir. Le produit de la décomposition est du deutoxide de barium semblable à celui que l'on obtient par le moyen du gaz oxigène et de la baryte.

39. *Observations sur le CARBONATE DE MAGNÉSIE* ; par M. Soubeiran. (J. de Ph., 1827, p. 594.)

Pour analyser les différens carbonates de magnésie que j'ai examinés, j'ai dosé l'eau et l'acide carbonique ensemble par calcination, et l'acide carbonique isolément, en introduisant une certaine quantité de carbonate dans un tube contenant du mercure et de l'acide muriatique étendu : j'ai eu égard à la vapeur d'eau contenue dans le gaz et à la petite quantité d'acide carbonique retenue dans la dissolution.

Le carbonate neutre se forme lorsqu'on fait passer de l'acide carbonique dans de la magnésie blanche ou quand on abandonne à lui-même un mélange de sulfate de magnésie et de bi-carbonate de potasse ; le sel se dépose peu à peu sous forme de cristaux hexaèdres, sans mélange de

sel double : il a une saveur faiblement alcaline; il verdit la violette; il s'effleurit à l'air; il est peu soluble dans l'eau froide, l'eau chaude en sépare le quart de l'acide carbonique qu'il contient, et, à l'aide d'une ébullition prolongée, il se transforme en totalité en magnésie blanche.

Le carbonate neutre de magnésie est composé de!

Magnésie. . . . .	0,29583	
Acide carbonique . . . . .	0,31533	1,00000.
Eau . . . . .	0,38914	

Quand on place dans le vide une dissolution de magnésie saturée d'acide carbonique, il se dégage une portion de cet acide, et il reste dans la liqueur du bicarbonate, qui contient deux fois autant d'acide que le sel neutre. La dissolution, soumise à l'évaporation spontanée à l'air libre, se décompose et laisse déposer du carbonate neutre.

Quand on verse un carbonate alcalin dans du sulfate de magnésie, il se précipite de la magnésie blanche, et la liqueur retient en dissolution du carbonate neutre.

#### 40. CHLORURE DE GLUCINIUM par M. H. Rose. (Ann. de Ch. 1827.)

On prépare facilement ce chlorure en faisant passer du chlore sec sur un mélange de glucine et de charbon exposé à une chaleur rouge : il a beaucoup de ressemblance avec le chlorure d'aluminium; il se sublimé en flocons neigeux, de l'éclat de la soie fine, et se dissout dans l'eau en gouttes brunes, solubles dans l'eau.

#### 41. Sur l'ALUMINIUM; par M. Wohler. (Ann. de Pog., 1827.)

L'alumine paraît avoir été réduite par H. Davy, tant par l'action de la pile sur un mélange fusible d'alumine et de potasse, que par l'action du potassium en vapeur sur de l'alumine chauffée au rouge; mais il n'a pas obtenu l'aluminium isolé.

OErstedt a annoncé, il y a quelques années, qu'en chauffant le chlorure d'aluminium avec de l'amalgame de potassium, on obtient un amalgame d'aluminium, qui se décompose par distillation, en mercure et aluminium; mais j'ai répété l'expérience sans aucun succès. Je suis cependant parvenu à réduire le chlorure d'aluminium, mais par un procédé différent, que je décrirai après que j'aurai fait connaître les propriétés de ce chlorure.

OErstedt a montré qu'on peut se procurer tous les chlorures en faisant passer du chlore sur un mélange d'oxide et de charbon. Voici comment j'ai opéré pour préparer le chlorure d'aluminium. J'ai précipité l'alumine d'une dissolution bouillante d'alun par une dissolution aussi bouillante de carbonate de potasse employé en excès; j'ai mêlé l'hydrate, lavé et desséché, avec de la poussière de charbon, du sucre et de l'huile, et j'ai chauffé le mélange dans un creuset couvert, jusqu'à décomposition complète des matières organiques. Le résidu noir, encore chaud, j'ai mis dans un tube de porcelaine placé sur un fourneau convenable, d'un côté, était une source de chlore sec, et de l'autre un petit ballon de verre muni d'une tubulure, à laquelle était adapté un tube. Aussitôt que l'appareil fut rempli de

chlore, le tube fut porté au rouge et le chlorure commença à paraître : au bout d'une heure et demie, on mit fin à l'opération, parce que le chlorure obstruait le tube de porcelaine.

Le chlorure d'aluminium est tantôt sous forme d'agréations cristallines dentelées, tantôt en masses solides, dures, à texture cristalline, à grandes lames, et, pour ainsi dire, talqueuses, demi-transparentes et d'un jaune verdâtre pâle. Il fume à l'air, exhale l'odeur d'acide muriatique et se liquéfie. Il se dissout dans l'eau avec bruit et chaleur. La dissolution peut être considérée soit comme un hydrochlorate d'oxide, soit comme une combinaison de chlorure et d'acide hydrochlorique tenant de l'alumine en dissolution. Il se volatilise à une température peu supérieure à celle de l'eau bouillante : son degré de fusibilité se confond avec son degré de volatilisation; il se conserve sans altération dans le naphte.

A l'état de vapeur, il se combine avec le gaz hydrogène sulfuré : le composé est partie en petits cristaux lamelleux, blancs, transparens, nacrés, partie en masse fondue, dure et cassante; il tombe en déliquescence à l'air; l'eau le décompose avec dégagement de gaz hydrogène sulfuré; il est aussi décomposé en grande partie par la chaleur.

Pour réduire le chlorure d'aluminium, on met au fond d'un creuset de porcelaine quelques morceaux, de la grosseur d'un pois, de potassium pur, bien débarrassé de tout naphte adhérent, et par-dessus un volume à peu près égal de chlorure d'aluminium; on met un couvercle sur le creuset et on chauffe à la lampe, d'abord doucement, pour éviter sa rupture par le développe-

ment intérieur de la chaleur, et ensuite plus fortement, jusqu'à ce que cette dernière soit dissipée : la masse réduite est bien fondue et d'un gris noir. Après avoir laissé refroidir le creuset, on le plonge dans une grande quantité d'eau, on laisse déposer la poussière d'aluminium, on décante, on filtre, on lave avec de l'eau froide et on dessèche.

L'aluminium forme une poudre grise ressemblant beaucoup à celle du platine : on y remarque des paillettes brillantes d'un blanc d'étain. Sous le brunissoir, il prend l'éclat métallique de l'étain et tache le mortier. Il ne se fond point à la température, à laquelle la fonte se liquéfie; il ne conduit pas l'électricité.

Chauffé dans l'air jusqu'au rouge, il brûle avec un grand éclat et se change en alumine; il brûle dans l'oxygène pur avec un éclat que l'œil ne peut supporter, mais seulement après qu'il a été chauffé au rouge : la chaleur qui se développe est si grande, que l'alumine est en partie fondue et qu'elle est aussi dure que le corindon.

L'aluminium ne décompose pas l'eau à la température ordinaire; mais à la chaleur de l'ébullition, il la décompose lentement.

A la température ordinaire, il n'est attaqué ni par l'acide nitrique, ni par l'acide muriatique, ni par l'acide sulfurique, même concentrés; mais, à chaud, il se dissout aisément dans ces acides.

Il se dissout très-facilement dans la potasse liquide, même très-affaiblie, avec dégagement d'hydrogène.

Il se dissout également en grande partie dans l'ammoniaque.

A la chaleur rouge, il s'enflamme dans le chlore.

Le soufre chauffé avec l'aluminium ne l'attaque pas; mais si on le fait arriver sur de l'aluminium chauffé au rouge, il y a combinaison avec incandescence.

L'aluminium s'enflamme dans une atmosphère de phosphore.

Chauffé avec du sélénure, de l'arsenic ou du tellure, il se combine avec ces corps.

Dans les mêmes circonstances, il ne se combine ni avec l'iode ni avec l'antimoine.

Le sulfure, le sélénure, le phosphore et le tellure sont pulvéreux, d'un gris foncé et prennent l'éclat métallique par le frottement; l'eau et l'air humide les décomposent avec dégagement de gaz hydrogènes, sulfure, sélénié, arsenié ou telluré.

42. Préparation de l'oxide de chrome (Ann. de Pogg., 1827.)

On prépare très-facilement l'oxide de chrome comme les oxides de tungstène et de molybdène, en décomposant l'acide chromique par le muriate d'ammoniaque. Il faut employer parties égales de sel ammoniac et de bi-chromate de potasse et une quantité un peu moindre de carbonate de soude; chauffer au rouge, délayer dans l'eau, etc.

43. Sur l'oxide brun de chrome; par M. Maus. (Ann. der Chem., 1827, p. 127.)

L'oxide brun de chrome, dont on doit la découverte à M. Vauquelin, est, ainsi que l'ont pensé John et Dobereiner, une combinaison de protoxide de chrome et d'acide chromique dans la proportion de

Protoxide . . . 0,2779 — 1 at.  
Acide . . . . 0,7221 — 2 at.

On peut l'obtenir en mêlant une dissolution de chromate de potasse avec le proto-chlorure de chrome, ou en faisant digérer de l'acide chromique avec de l'hydrate ou du carbonate de protoxide de chrome. L'eau, employée en quantité suffisante, le décompose, sur-tout à chaud, et il reste de l'oxide de chrome. La potasse le dissout complètement; mais en faisant bouillir la dissolution, l'oxide se précipite et l'acide reste dans la liqueur.

On ne peut pas obtenir ce composé par la calcination du nitrate, parce qu'il retient toujours de l'acide nitrique, que l'on ne peut chasser entièrement sans convertir le tout en protoxide.

L'acide chromique, chauffé de manière à ce qu'il se décompose peu à peu, ne laisse que de l'oxide pur sans mélange d'acide chromique.

Le chromate de peroxide de fer se comporte absolument comme le deutoxide de chrome ou chromate de protoxide: il est décomposé par l'eau, sur-tout si elle est chaude; il reste du peroxide de fer, et l'eau emporte de l'acide chromique et une portion d'oxide de fer.

L'oxide chromique saturé de peroxide de fer contient:

Acide . . . . 0,75 — 2 at.  
Peroxide . . . 0,27 — 1 at.

44. Nouveau moyen de préparer l'acide chromique; par M. Arnold Maus. (An. de Pogg., 1827, p. 83.)

On verse dans une dissolution de bi-chromate de potasse, contenue dans une capsule de porcelaine, de l'acide fluosilicique, qui en précipite la potasse à l'état de fluosilicate, de manière à

laisser un peu de chromate dans la liqueur : on concentre celle-ci, puis on la transvase dans une capsule de platine, et on y ajoute un excès d'acide fluosilicique; pour achever de précipiter la potasse, on sépare le liquide du dépôt par décantation et non par filtration, et on l'évapore à sec à une chaleur ménagée si l'on veut avoir l'acide à l'état solide.

On prépare, sans difficulté, l'acide fluosilicique en grande quantité par le moyen suivant. On adapte à une grande cornue, qui contient le mélange de fluat de chaux, de verre et d'acide sulfurique, un tube de verre, que l'on introduit, sans le luter, dans un matras large et à long col; on met de l'eau au fond de ce matras, et l'on a soin d'humecter toute sa surface intérieure: le gaz tombe en brouillard sur l'eau à mesure qu'il arrive dans le matras, et celui qui ne tombe pas jusqu'au fond du vase est absorbé par l'humidité des parois, sans qu'il s'en perde la plus petite quantité. La seule précaution nécessaire est d'agiter de temps en temps, pour faire tomber au fond la croûte siliceuse et pour entretenir les parois du vase toujours humides.

45. *Mémoire sur une nouvelle application du CHROMATE DE POTASSE*; par M. Kœchlin-Schouch. (An de l'Industrie, t. I<sup>er</sup>, p. 121.)

Le chromate de potasse peut être employé à décolorer le bleu comme les chlorures alcalins.

Cet emploi dérive du fait général suivant: toutes les fois qu'on met en contact le chromate de potasse avec l'acide tartrique ou l'acide oxalique ou bien avec un mélange d'une substance végétale neutre (gomme, amidon, etc.), et d'un

acide minéral, tel que l'acide sulfurique ou nitrique, etc., il se produit une action très-vive, avec chaleur et dégagement de gaz carbonique et d'une vapeur qui se condense en un liquide incolore légèrement acide, et contenant un peu d'huile empyreumatique. Si les mélanges ci-dessus sont mis en contact avec une couleur végétale, cette couleur est détruite.

En faisant bouillir avec de l'eau un mélange de neuf parties d'acide tartrique et de 10 parties de chromate de potasse, on obtient un liquide neutre d'un beau vert, incristallisable, et qui, par l'évaporation, se prend en masse verte, cassante et non efflorescente. Le liquide vert ne fournit pas de précipité par les alcalis; il donne des précipités d'un blanc violâtre avec les nitrates de plomb, de mercure, d'argent, de zinc, de bismuth, de manganèse, de chaux, de baryte et de strontiane: il précipite en blanc verdâtre les nitrates de cuivre et de chrome, et en blanc brunâtre le nitrate de fer. Tous ces précipités sont solubles dans un excès d'acide nitrique. La liqueur verte réduit les sels d'or; elle n'est précipitée ni par les sulfates ni par les acétates; elle donne avec les acides sulfurique et nitrique bouillans des sulfate et nitrate de chrome, desquels les alcalis précipitent de l'oxide de chrome à froid. Le chlorure de potasse la convertit en chromate de potasse; lorsqu'on l'évapore à sec et que l'on calcine le résidu, il se transforme en oxide de chrome et en carbonate de potasse.

Pour extraire de la liqueur verte l'acide qu'elle contient, on la traite par l'acétate de plomb, qui donne un précipité, qu'on lave et qu'on décompose par l'acide sulfurique sans excès, on obtient

un liquide très-acide, incristallisable, donnant avec les alcalis des sels neutres verts, et des sels acides d'un violet verdâtre; ce liquide est décomposé par les acides sulfurique et nitrique, mais seulement lorsqu'on chauffe.

L'acide tartrique agit sur le chromate de plomb en produisant l'oxide vert; mais l'action est lente; l'acide oxalique réagit plus vite.

Si sur 10 parties de chromate de potasse on met qu'une partie d'acide tartrique, et qu'on traite le mélange par l'eau bouillante, on obtient, après le refroidissement, un dépôt brunâtre soluble dans l'eau froide, à laquelle il communique une teinte brune; la dissolution donne un précipité brun avec l'acide nitrique et avec le carbonate de potasse. La potasse et la soude caustiques, digérées pendant douze heures avec cette substance, donnent une belle liqueur verte sans précipité.

46. *Mémoire sur le molybdène*, par M. J. Berzelius. (Ann der Chem. 1826, pt. 331 et 369.)

Bucholz admettait six combinaisons du molybdène avec l'oxygène; savoir: 1°. l'oxide gris qui se forme lorsqu'on chauffe le molybdène métallique au contact de l'air; 2°. l'oxide bleu, que l'on obtient en calcinant le molybdate d'ammoniaque en vase clos; 3°. l'oxide bleu foncé, soluble dans l'eau; 4°. l'oxide vert, qui se forme lorsqu'on expose l'oxide bleu à l'air; 5°. l'oxide jaune, qui se précipite quand on abandonne au contact de l'air un molybdate alcalin; 6°. et enfin l'acide molybdique; mais le molybdène n'a réellement que 3 degrés d'oxidation, qui sont le *peroxide*, le *protoxide* ou *oxidule*, et l'*acide molybdique*.

On obtient facilement le molybdène métallique en chauffant, avec le contact du charbon, de l'acide molybdique ou du molybdate de potasse, ou en réduisant ses oxides par le moyen du gaz hydrogène. Ce métal est pulvérulent, grisâtre, d'un blanc d'argent dans les endroits où il était en contact avec le charbon.

L'acide muriatique et l'acide fluorique sont à peu près sans action sur le molybdène. L'acide sulfurique concentré attaque, ainsi que son sulfure, avec dégagement d'acide sulfureux; la dissolution est bleue, et passe au brun foncé par un excès de métal; l'acide nitrique le transforme en acide molybdique ou en une dissolution rouge. Les alcalis ont très-peu d'action sur le molybdène, même par la voie sèche.

Pour préparer le peroxide de molybdène on grille le sulfure, on dissout l'acide molybdique qui en résulte dans le carbonate de soude, on évapore la dissolution filtrée à siccité, on calcine le résidu jusqu'au rouge, on redissout et on filtre et on évapore de nouveau à siccité; puis on mêle la matière pulvérisée avec la moitié de son poids de muriate d'ammoniaque et on chauffe au rouge dans un creuset couvert. En traitant par l'eau la matière fondue, il reste de l'oxide de molybdène mêlé d'acide molybdique, que l'on enlève par l'hydrate de potasse. L'oxide, ainsi purifié, est brun noir ou brun pourpre, et insoluble dans les acides. 100 parties de cet oxide traitées par l'acide nitrique, produisent 11,55 p. d'acide molybdique, et comme cet acide renferme 0,334 d'oxygène, l'oxide doit en contenir 0,2504, 2 atomes.

On l'obtient à l'état d'hydrate et susceptible

Molybdène  
métallique.

Peroxide.

de se dissoudre dans les acides, 1°. en traitant un excès de molybdène par l'acide nitrique et précipitant la dissolution par l'ammoniaque; 2°. en dissolvant le molybdène dans de l'acide muriatique ou de l'acide sulfurique, auquel on ajoute de temps en temps un peu d'acide nitrique; 3°. en faisant digérer de l'acide molybdique et du molybdène en poudre dans de l'acide muriatique, jusqu'à ce que la liqueur ait passé du bleu au rouge brun; 4°. en ajoutant à un mélange d'acide molybdique et d'acide muriatique du cuivre métallique, jusqu'à ce que la dissolution devienne rouge, etc.; 5°. en précipitant par l'ammoniaque une solution de chlorure de molybdène.

L'hydrate de deutroxyde de molybdène est couleur de rouille; il est un peu soluble dans l'eau et même dans l'alcool. La dissolution, verte d'abord, devient bientôt bleue, et se décolore ensuite tout-à-fait: elle rougit le tournesol, son goût est légèrement astringent et métallique. La plupart des substances salines en précipitent l'hydrate: cet hydrate n'est pas soluble dans les alcalis caustiques; mais les carbonates alcalins, et sur-tout les bi-carbonates, peuvent en dissoudre une certaine quantité. Pour le changer en oxyde brun, il faut le chauffer dans le vide, sans quoi il se formerait de l'oxyde bleu.

Il forme avec les acides de véritables sels. Ces composés sont rouges lorsqu'ils contiennent de l'eau de cristallisation, et presque noirs quand ils en sont privés. L'infusion de noix de galle leur communique une couleur jaune de feu passant au brun. Le prussiate de potasse les précipite en brun foncé. Une lame de zinc les noircit, et y forme des précipités noirs d'oxidule

mêlé de zinc. Ceux qui sont insolubles dans l'eau se dissolvent promptement dans les alcalis, parce qu'alors ils se transforment en molybdates. Les sels de molybdène ont une grande tendance à bleuir lorsqu'on les évapore à une chaleur trop élevée.

Le *sulfate* est rouge à l'état liquide, noir quand il a été desséché.

Le *nitrate* se décompose par l'évaporation à siccité, l'oxyde se transforme en acide molybdique.

On obtient le perchlorure anhydre en faisant passer du chlore sur du molybdène métallique chauffé à une certaine température; il y a d'abord inflammation, puis il se produit des vapeurs d'un rouge très-foncé, qui se condensent en cristaux d'un noir métalloïde, tout-à-fait semblables à l'iode. Le chlorure est très-fusible et très-volatil; quand on l'expose à l'air, il répand des vapeurs, tombe en déliquescence, et devient successivement bleu, vert, rouge, et enfin jaune. Il se dissout dans l'eau avec violence, sans éprouver de décomposition, et on peut le régénérer en évaporant la liqueur à sec.

Quand on le tient dans un vase plein d'air, il absorbe de l'oxygène et se recouvre d'une substance blanche, qui est du superoxyde de molybdène, puisqu'en se dissolvant dans l'eau il se transforme en acides molybdique et muriatique.

Le perchlorure de molybdène se combine avec l'hydrochlorate d'ammoniaque, mais non pas avec les chlorures de potassium et de sodium.

Lorsqu'on fait digérer de l'hydrate d'oxyde de molybdène en excès avec une dissolution de perchlorure, il se forme un oxichlorure très-soluble et incristallisable.

Sulfate.

Nitrate.

Perchlorure

Oxichlorure

**Hydriodure.** L'*hydriodate* donne par évaporation des cristaux rouges-bruns, décomposables par la chaleur en oxide de molybdène et en acide hydriodique : le grillage les décompose également.

**Fluate.** Le *fluaté* donne des cristaux noirs solubles, et qui colorent l'eau en rouge : ils sont décomposables par la chaleur en oxide de molybdène et acide fluorique.

**Fluate, potasse, etc.** Les *fluates* de potasse, de soude et d'ammoniaque, forment, avec le fluaté de molybdène, des sels doubles couleur de rouille et très-peu solubles, sur tout le premier.

**Fluosilicate.** Le fluaté de molybdène forme, avec le fluaté de silice, des combinaisons solubles, qui, par évaporation, à sec, laissent un résidu noir bleuâtre. En lavant le résidu avec peu d'eau, il reste une combinaison neutre de couleur noire, qu'une grande quantité d'eau peut décomposer en sel acide soluble et sel avec excès de base insoluble.

Le sel neutre est décomposé par l'ammoniaque, qui en sépare l'acide fluorique et laisse pour résidu du *silicate*.

**Silicate.** Le *borate* est couleur de rouille, insoluble dans l'eau, soluble dans l'acide borique.

**Phosphate.** Le *phosphate* est floconneux, d'un rouge clair, un peu soluble dans l'eau et plus soluble dans l'acide phosphorique.

**Arséniate.** L'*arséniate* est peu soluble dans l'eau, soluble dans un excès d'acide arsénique. La dissolution a grande tendance à devenir bleue par évaporation. Ce sel donne une dissolution permanente rouge dans l'ammoniaque.

**Chromate.** Le *chromate neutre* et le *chromate acide* sont jaunes, et solubles dans l'ammoniaque précipite de leurs dissolutions un sous-chromate floconneux jaune grisâtre.

L'acide molybdeux bleu de Bucholz est un molybdate de molybdène, composé d'un atome d'oxide et de 4 atomes d'acide. L'oxide de Bucholz est un autre composé des mêmes élémens, mais en proportions qui ne sont pas connues.

L'oxide bleu de Bucholz, qui se forme quand on calcine le molybdate d'ammoniaque, contient 0,28 d'oxigène : c'est un composé d'acide molybdique et de protoxide, on peut en extraire ce dernier à l'état de pureté, au moyen de l'acide fluorique, qui ne dissout que l'acide molybdique.

Le *tunstate* est soluble et donne à l'eau une couleur pourpre excessivement foncée. Il peut être précipité de cette solution par une dissolution concentrée de sel ammoniacal et lavé avec de l'alcool, à 0,80 de densité.

L'ammoniaque précipite, au bout de quelque temps, de la dissolution du *tunstate*, une poudre blanche, qui est un *tunstate* double de molybdène et d'ammoniaque.

Si on laisse la dissolution du *tunstate* exposée à l'air, elle se décolore peu à peu et se transforme en une solution de *tunstate* d'acide molybdique.

L'*oxalate* donne des cristaux d'un beau noir, qui colorent l'eau en rouge; l'ammoniaque précipite de la dissolution un sous-sel d'un rouge de brique pâle.

Le *tartrate* est soluble, incristallisable, d'un rouge pâle; il forme, avec le tartrate de potasse, un sel soluble.

L'*acétate* obtenu par double décomposition de sels neutres, est couleur de l'hydrate, insoluble dans l'eau, mais soluble dans l'acide acétique bouillant, qu'il colore en jaune; la liqueur devient gélatineuse par le refroidissement.

Molybdate.

Tunstate.

Oxalate.

Tartrate.

Acétate.

**Succinate.** Le *succinate* a les mêmes propriétés que l'acétate.

**Prussiate.** Le *prussiate ferrugineux* forme dans les sels de molybdène un précipité pulvérulent brun foncé, insoluble dans un excès du précipitant. Quand on traite le résidu par l'ammoniaque, il est décomposé; mais l'hydrate de molybdène se dissout dans l'eau avec le prussiate d'ammoniaque qui s'est formé: on peut le précipiter en ajoutant du muriate d'ammoniaque à la liqueur.

**Protoxide.** On obtient le protoxide de molybdène toutes les fois que l'on traite un sel de peroxide par l'un des métaux qui décomposent l'eau en dégageant de l'hydrogène; le zinc opère très-prompement la précipitation du protoxide; mais il ne le donne pas très-pur, parce qu'il reste mêlé de zinc que l'on ne peut en séparer par l'ammoniaque. Pour l'avoir très-pur, on verse sur du mercure un égal volume de perchlorure de molybdène liquide et mêlé avec un peu d'acide muriatique; à ce mélange on ajoute, goutte à goutte, un amalgame de potassium liquide (contenant un excès de mercure), le liquide devient bientôt noir, l'oxide commence à se précipiter: alors on décante et on achève de précipiter le protoxide par l'ammoniaque. Dans cette opération, on ajoute de l'acide muriatique, pour éviter que la potasse qui se forme ne précipite une portion de l'oxide hydraté, qui n'est pas encore ramené à l'éclat d'oxidule.

Le *protoxide* ainsi préparé est brun foncé; rassemblé sur un filtre, il paraît noir. On ne peut le dessécher sans qu'il s'altère, même dans le vide. Chauffé dans le vide, il perd d'abord son eau, puis il devient subitement incandescent sans changer de nature; chauffé ensuite au contact de l'air, il s'embrace et se change en oxide.

Les acides dissolvent facilement l'hydrate de protoxide de molybdène; mais l'oxide anhydre est insoluble dans les acides: les alcalis caustiques ou carbonatés ne l'attaquent pas. L'hydrate récent se dissout dans l'ammoniaque.

Les sels de protoxide de molybdène sont noirs ou pourpres, à peu près comme les sels de manganèse: leur saveur est astringente, non métallique; ils s'altèrent moins facilement que les sels de peroxide.

Le *sulfate* est très-noir et incristallisable.

Le *nitrate* est noir pourpre, et se transforme facilement en acide molybdique.

Le *protochlorure* est incristallisable et très-soluble; sa solution est très-foncée et à peine transparente; il peut se combiner avec le chlorure de potassium.

L'*iodure*, le *fluatè simple* et les *fluatès doubles* de potassium, de sodium et d'ammoniaque, le *fluosilicate*, le *phosphate* et l'*arséniate* sont solubles.

Le *chromate* et le *carbonate* ne paraissent pas pouvoir exister.

Le *borate*, l'*acétate*, le *succinate*, l'*oxalate* et le *tartrate* sont insolubles.

L'*oxalate double* de potasse est soluble.

Le prussiate de potasse précipite les sels de protoxide de molybdène; mais le précipité est soluble dans l'ammoniaque ou dans un excès de prussiate alcalin.

L'acide molybdique paraît être anhydre; il est blanc, grasieux au toucher, insoluble dans l'eau: les acides ne le dissolvent que lorsqu'il n'a pas été exposé à une haute température, mais il se dissout même dans les acides végétaux quand il

T. III, 1<sup>re</sup> livr. 1828.

Sels.

Sulfate.

Nitrate.

Protochlorure.

Iodure, etc.

Chromate, carbonate.

Borate, etc.

Oxalate double.

Prussiate.

Acide molybdique.

a été préparé par voie humide et non calciné. On peut considérer les dissolutions comme des sels ou des acides doubles ; elles sont plus ou moins jaunes. Le perchlorure est en cristaux blancs, volatils, solubles dans l'alcool ; le prussiate de potasse forme, dans ses dissolutions, des précipités de couleur rouge brun, solublés dans un excès de prussiate alcalin.

Lorsqu'on traite l'acide molybdique par l'acide muriatique et par le zinc, il se réduit facilement en protoxide anhydre.

47. *Note sur un CHLORURE DE MANGANÈSE remarquable par sa volatilité* ; par M. Dumas. (Ann. de Ch., t. 36, p. 81.)

Voici comment on prépare cette combinaison. On forme du caméléon vert ; on le transforme en caméléon rouge au moyen de l'acide sulfurique : la dissolution évaporée laisse pour résidu un mélange de sulfate et de manganésiate de potasse ; ce mélange, traité par l'acide sulfurique concentré, fournit une dissolution d'acide manganésique, dans laquelle on projette du sel marin par petits fragmens, jusqu'à ce qu'il ne se forme plus que des vapeurs incolores ; le chlorure de manganèse se dégage sous la forme d'un fluide élastique d'une teinte cuivreuse ou verdâtre : il se condense, à 15 à 20°, en un liquide de couleur brun verdâtre ; l'eau le transforme en un mélange d'acide hydrochlorique et d'acide manganésique.

En remplaçant le sel marin par un fluorure, il se forme un fluorure de manganèse analogue au chlorure ; mais il m'a été impossible de le recueillir pour l'examiner.

48. *Sur un FLUORURE DE MANGANÈSE GAZEUX* ; par M. Wohler. (An. de Pogg., 1827.)

Si l'on introduit dans une cornue de platine du spath fluor en poudre, mêlé avec son propre poids de caméléon cristallisé, préparé en faisant faiblement rougir parties égales de potasse hydratée et de peroxide de manganèse, et que l'on verse sur le mélange de l'acide sulfurique fumant, ce mélange s'échauffe très-fortement, et il s'en dégage à l'instant un gaz d'un jaune verdâtre plus foncé que le chlore. Ce gaz forme un nuage rouge pourpre dans l'air, et se dissout dans l'eau, en la colorant d'un rouge pourpre foncé : le verre le décompose en acide manganésique et en gaz fluosilicique ; le chlorure de calcium le décompose avec dégagement de chlore pur.

La dissolution rouge pourpre du gaz dans l'eau peut se conserver dans le verre sans se décolorer. Elle dissout le mercure, le cuivre et l'argent sans dégagement de gaz et elle se décolore ; elle ne paraît pas agir sur l'or ni sur le platine. On ne peut pas l'employer pour préparer l'acide manganésique ; car, quand on l'évapore doucement dans un vaisseau de platine, elle développe continuellement du gaz oxygène et des vapeurs d'acide fluorique, et elle laisse une substance brune, brillante, de laquelle le fluorure de manganèse peut être extrait par l'eau en un sel basique noir.

49. *Note sur la combinaison du bore avec le fer* ; par M. Lassaigné. (J. de Ch. médicale, t. 5, p. 278.)

En faisant passer un courant de gaz hydro-

gène sur du borate de fer chauffé au rouge dans un tube de porcelaine, il se produit un borure de fer, qui contient

Fer. . . . .	0,2743
Bore. . . . .	0,2257,

c'est-à-dire à-peu-près un atome de chaque élément.

On prépare aisément le borate de fer en précipitant une dissolution de borax par une dissolution de persulfate de fer.

Sels de fer. 50. *Nouveaux* SULFATES DE FER et d'ALUMINE; par M. Maus. (Ann. de Pogg., 1827, p. 75.)

Quand on mêle à une dissolution médiocrement étendue de sulfate neutre de peroxide de fer du carbonate de chaux ou de la chaux éteinte jusqu'à formation de précipité permanent, la liqueur contient un sel composé de :

Acide sulfurique. . . . .	0,5065—2 at.
Peroxide de fer. . . . .	0,4935—1 at.

Mais ce sel se décompose peu à peu en sel neutre soluble, et en un sous-sel insoluble.

Si l'on verse de la potasse dans une dissolution d'alun de fer et de potasse, jusqu'à formation de précipité permanent, elle devient très-foncée, et, par évaporation spontanée, elle fournit des cristaux en prismes réguliers à six pans, transparents, d'un brun jaunâtre, qui sont composés de :

Oxide de fer. . . . .	0,202—1 at.
Potasse. . . . .	0,243—1 at.
Acide sulfurique. . . . .	0,414—3 at.
Eau. . . . .	0,141—6 at.

L'eau décompose ces cristaux en sel double neutre et en sous-sel de fer; mais ils se dissolvent

sans altération dans une dissolution du sel double neutre.

On obtient facilement, par un moyen semblable, un sulfate double ammoniacal analogue et qui cristallise de la même manière. Il est composé de :

Oxide de fer. . . . .	0,2375—1 at.
Ammoniaque. . . . .	0,1030—2 at.
Acide sulfurique. . . . .	0,4920—4 at.
Eau. . . . .	0,1675—6 at.

Pour avoir ce sulfate d'alumine  $Al_2S_3$ , il faut faire digérer à chaud un sous-sel dans une dissolution de sel neutre : la liqueur filtrée se prend, par évaporation, en une masse gommeuse, que l'air humide transforme peu à peu en sel neutre et en sel basique. Le sel gommeux est composé de :

Alumine. . . . .	0,403—1 at.
Acide sulfurique. . . . .	0,597—2 at.

Quand on ajoute à une dissolution d'alun de la potasse, jusqu'à formation de précipité permanent, il se produit un sel double analogue à celui que donne l'alun de fer; mais on ne peut pas faire cristalliser ce sel, et les dissolutions se transforment bientôt en sel neutre en abandonnant un sel d'alumine basique.

51. *Séparation du FER d'avec le MANGANESE;* par M. Quesneville fils. (J. de Pharm.)

On fait passer le fer au maximum d'oxidation; on neutralise la liqueur autant que possible, et l'on y verse de l'arséniate de potasse; le fer se précipite seul à l'état d'arséniate.

Sels d'alumine.

52. *Influence des substances organiques sur la précipitation du PEROXIDE DE FER*; par M. H. Rosé. (An. der Chem., 1827.)

Le peroxide de fer et d'autres oxides cessent d'être précipités par les alcalis lorsqu'à leur dissolution on ajoute une substance organique soluble dans l'eau, ayant la propriété de se décomposer entièrement à une température élevée : tels sont le serum du sang, les solutions chaudes de gélatine ou d'amidon, la gomme arabique, le sucre d'amidon, le sucre de diabète, la glycérine, la mannite, les acides pectique, quinique, mucique, malique, citrique, tartrique.

Au contraire, les substances organiques solubles dans l'eau, et volatiles en totalité ou en grande partie sans se décomposer, n'empêchent pas la précipitation du fer : tels sont les acides oxalique, acétique, formique, pyro-tartrique, pyro-citrique, pyro-mucique, les deux acides que l'on obtient par la distillation de l'acide malique pur, les acides succinique, benzoïque, butyrique, caproïque, phocéïque, l'alcool et l'éther sulfurique. L'acide urique, quoique décomposable par la chaleur, n'empêche pas la précipitation du fer.

L'alumine se comporte comme le peroxide de fer avec les substances organiques : il faut seulement une plus grande proportion de celles-ci pour empêcher sa précipitation par l'ammoniaque.

53. *Sur les alliages de ZINC ET D'ÉTAIN*; par M. Ed. Kœchlin. (Bull. de Mulhausen, 1827, p. 16.)

L'alliage formé de 3 de zinc et 1 d'étain fond de 260 à 300°.

L'alliage formé de 2 de zinc et 1 d'étain fond de 320 à 360°.

L'alliage formé de 2 de zinc et 3 d'étain fond de 250 à 350°.

L'alliage formé de 1 de zinc et 1 d'étain fond de 460 à 500°.

Ce dernier alliage, qui coûte beaucoup moins que le laiton, est presque aussi tenace, et résiste au moins aussi bien au frottement; mais il faut pour le préparer employer du zinc bien pur et exempt de fer.

54. *Remarque sur le MAGISTER DE BISMUTH*; par M. Menigaud. (J. de Ph., 1827, p. 7.)

Quand on traite le bismuth par l'acide nitrique concentré, il se forme des cristaux de sel neutre : ces cristaux sont complètement décomposés par quatre-vingts fois leur poids d'eau : il se dissout un sel acide qui renferme 1 atome d'oxide et 4 atomes d'acide, et la partie insoluble est un sous-sel, qui est composé de 4 atomes d'oxide et 1 atome d'acide. Les alcalis et même les carbonates alcalins ne précipitent des dissolutions de bismuth que de l'oxide hydraté.

55. *Analyse de quelques alliages de BISMUTH*; par M. Léonard Laugier. (An. de Ch., t. 36, p. 532.)

J'ai trouvé que l'on sépare très-exactement le bismuth du plomb en précipitant les deux mé-

taux de leur dissolution nitrique par le carbonate d'ammoniaque en excès; tout l'oxide de bismuth d'abord précipité se redissout, et l'oxide de plomb reste parfaitement pur. Les carbonates de potasse et de soude n'ont pas, comme le carbonate d'ammoniaque, la propriété de redissoudre l'oxide de bismuth.

56. *Sur les NITRATES DE MERCURE*; par M. Mitscherlich. (An. der Chem., 1827, p. 413.)

Lorsqu'on fait diriger à froid de l'acide nitrique sur du mercure, ou que l'on chauffe de l'acide nitrique faible avec un excès de mercure, on obtient des cristaux transparents, dans lesquels l'oxide est au plus bas degré d'oxidation: ces cristaux sont le sel neutre. Si on les laisse dans la liqueur contenant un excès de mercure pendant un certain temps, ils changent de forme et se convertissent en un sel basique cristallisé.

Le sel neutre est composé de:

Protoxide de mercure.. 0,7454—1 at.  
Acide nitrique. . . . . 0,1909—1 at.  
Eau. . . . . 0,0637—2 at.

Le sel basique cristallisé est composé de:

Protoxide de mercure. 0,8240—3 at.  
Acide nitrique. . . . . 0,1408—2 at.  
Eau. . . . . 0,0352—3 at.

Lorsqu'on traite ces sels par de grandes quantités d'eau, ils se décomposent, et la partie insoluble contient d'autant plus d'acide qu'ils ont été lavés avec une plus grande quantité d'eau.

Pour faire des analyses, on a décomposé le nitrate par l'acide hydrochlorique et le protochlorure d'étain, ce qui a séparé le mercure à l'état métallique, et l'on a recueilli ce métal en un

seul globule, en le faisant bouillir, pendant quelques instans, avec de l'acide hydrochlorique. Pour doser l'acide nitrique, on a transformé le sel en nitrate de baryte; et enfin on a eu l'eau par différence.

Si l'on verse une dissolution étendue d'ammoniaque dans une solution de protonitrate de mercure faite dans de l'eau aiguisée d'acide nitrique, il se fait un précipité gris noir de sel double, composé de:

Protoxide de mercure.. 0,8895— 3 at.  
Ammoniaque. . . . . 0,0246— } 1 at.  
Acide nitrique. . . . . 0,0732— }

Lorsqu'on traite ce sel par l'ammoniaque, il se décompose en mercure coulant et en nitrate double de peroxide et d'ammoniaque, soluble.

Le nitrate de peroxide de mercure cristallise très-difficilement et donne rarement des formes déterminables; traité par l'eau, il donne un sel soluble et un sel basique insoluble; mais, par de nouveaux lavages, le peroxide perd tout son acide. Le sel contient:

Peroxide de mercure.. 0,7588—2 at.  
Acide nitrique. . . . . 0,1890—1 at.  
Eau. . . . . 0,0522—2 at.

En précipitant le nitrate de peroxide de mercure par l'ammoniaque, il se fait un dépôt blanc insoluble, composé de:

Peroxide de mercure.. 0,8153— 3 at.  
Ammoniaque. . . . . 0,0468— } 2 at.  
Acide nitrique. . . . . 0,1433— }

Si l'on met dans le nitrate de peroxide un excès d'ammoniaque, une portion du précipité blanc se redissout, et, quelque temps après, de petits cristaux blancs se déposent: par l'évaporacion

Nitrate de  
protoxide et  
d'ammo-  
niaque.

Nitrate de  
peroxide.

tion de l'ammoniaque, il se forme des cristaux jaunâtres peu solubles, indécomposables par l'acide sulfurique, les alcalis et la baryte. Pour les analyser, je les ai traités par l'acide hydrochlorique et le sulfure de barium. J'y ai trouvé :

Peroxide de mercure..	0,7522—	2 at.
Ammoniaque.. . . . .	0,0580—	} 1 at.
Acide nitrique. . . . .	0,1812—	

Le sel que l'on obtient en précipitant le perchlorure de mercure par l'ammoniaque, ou par un mélange de sel ammoniac et d'un alcali fixe caustique ou carbonaté, donne à l'analyse :

Peroxide de mercure...	0,8241—	2 at.
Ammoniaque.. . . . .	0,0710—	} 1 at.
Acide muriatique. . . .	0,1070—	

57. *Note sur les SELS AMMONIACAUX-MERCURIELS;* par M. E. Soubeiran. (An. de Ch., t. 36, p. 220.)

M. Mitscherlich vient de publier sur les sels ammoniacaux-mercuriels des analyses dont les résultats ne s'accordent pas avec ceux que j'ai obtenus. (Voy. *An. des Mines*, t. I<sup>er</sup>, page 168.) J'ai répété mes expériences, et je me suis assuré de l'exactitude de mes premières analyses. Je m'accorde avec M. Mitscherlich seulement en ce point, que, dans les nitrates et dans les muriates, l'acide et l'ammoniaque se trouvent précisément en proportions convenables pour former du nitrate et du muriate d'ammoniaque. Pour déterminer la proportion du mercure, je me suis servi, comme M. Mitscherlich, du protochlorure d'étain. Je prends un petit matras à essais d'or, dont je romps le col très-près de la panse; j'y pèse un gramme de sel mercuriel, et je le fais dissoudre dans 40 à 50 grammes d'acide hydrochlorique

pur et concentré; j'ajoute un excès de chlorure d'étain cristallisé, et je pousse à l'ébullition pour réduire le mercure et dissoudre entièrement l'oxide d'étain. Au bout de quelques minutes, la presque totalité du mercure est précipitée en globules; une petite quantité seulement reste en suspension dans la liqueur. J'étends l'acide de son volume d'eau, pour ne pas être incommodé par les vapeurs; je décante, je lave, etc., et je retrouve tout le mercure à l'état métallique.

Je suis disposé à croire que l'erreur de M. Mitscherlich vient de ce qu'il a employé de l'acide hydrochlorique faible, qui dissout mal l'oxide d'étain.

M. Mitscherlich considère comme un sel distinct le précipité gris qui se forme quand on verse de l'ammoniaque dans une dissolution de protonitrate de mercure; mais j'ai prouvé que ce précipité est un mélange variable de sous-nitrate de mercure simple et de protonitrate ammoniacal: ce dernier sel, que l'on peut séparer du premier, est analogue, par sa composition, au deutonitrate ammoniacal.

58. *Action de l'IODE sur le PROTOCHLORURE DE MERCURE;* par MM. Planche et Soubeiran. (J. de Pharm., 1826, p. 651.)

Lorsqu'on triture de l'iode et du protochlorure de mercure avec de l'eau, il y a décomposition, et il se produit du deutochlorure et de l'iode de mercure.

59. *Recherches sur les ACÉTATES DE MERCURE;* par M. Garot. (J. de Pharm., 1826, p. 452.)

L'acétate de protoxide de mercure, obtenu par

double décomposition du nitrate de mercure et de l'acétate de soude, est blanc, légèrement micacé, gras et doux au toucher, peu soluble dans l'eau froide : l'eau bouillante le décompose en un sel cristallisable et en un autre sel insoluble, qui abandonne du mercure. Il est composé de :

Protoxide de mercure... 0,797  
Acide acétique... 0,203.

L'acétate de deutoxide s'obtient directement en opérant à froid ou à chaud. Il cristallise par le refroidissement ; il est lamelleux, très-friable et très-soluble. Il contient :

Deutoxide... 0,67  
Acide acétique... 0,33.

60. *Sur le nombre des OXIDES DE PLOMB* ; par M. Longchamp. (An. de Ch., t. 34, p. 105.)

M. Berzelius admet quatre oxides de plomb, savoir : un suboxide, que l'on obtient en exposant le plomb à une température peu élevée Pb ; la litharge Pb<sub>2</sub> ; le minium Pb<sub>3</sub>, et l'oxide puce Pb<sub>4</sub>.

Quatre oxides de plomb ne convenant pas à ma manière de voir, j'ai voulu vérifier si le minium était un oxide particulier, et en le traitant par l'acide nitrique étendu à la chaleur de 80°, j'ai trouvé qu'il ne laisse que 0,1615 à 0,1660 d'oxide puce, au lieu de 0,5000 qu'il devrait produire s'il était composé comme le croit M. Berzelius. D'après cette expérience, je pense que l'oxide rouge de plomb est une combinaison d'un atome d'oxide puce et de cinq atomes de litharge (1), qu'il n'y a que deux oxides de plomb, la

(1) M. Longchamp paraît ignorer que le minium est un

litharge Pb et l'oxide puce Pb<sub>4</sub>, et que le poids de l'atome de plomb est 1394,5 et non pas 2589, comme M. Berzelius l'a supposé, d'après l'admission d'un oxide imaginaire.

61. *Lettre de M. Houtton Labillardière à M. Gay-Lussac sur les OXIDES DE PLOMB.* (An. de Ch., t. 35, p. 96.)

Un fabricant de minium, en démolissant un four dans lequel il fabriquait depuis long-temps cet oxide, trouva sur la plaque de fonte dont ce four était garni, et entre les briques, des masses assez volumineuses de minium cristallisé en paillettes, et d'une belle couleur rouge-orangée : j'en ai fait l'analyse par le moyen de l'acide nitrique, et il m'a donné constamment 0,25 d'oxide puce. D'après cela, et d'après les expériences de M. Longchamp, je suis convaincu qu'il existe deux oxides de plomb rouge ; l'un, composé de 3 atomes de litharge et 1 atome d'oxide puce, et l'autre (reconnu par MM. Berzelius et Thomson) formé de 2 atomes de litharge et 2 atomes d'oxide puce.

Il s'ensuit qu'on doit admettre quatre oxides de plomb, sans y comprendre le résidu de la décomposition de l'oxalate de plomb par la chaleur.

62. *Nouveau remède contre les coliques de plomb* ; par MM. Chevalier et Rayer.

Trois indications principales se présentent dans

mélange très-variable de litharge et de deutoxide à 1 1/2 d'oxygène : il trouvera d'autres résultats avec un minium mieux préparé.

(Note du Rédacteur des Annales de Chimie.)

le traitement des empoisonnemens par les sels et par les oxides de plomb, et en particulier dans la *colique de plomb*, qui en est l'expression symptomatique la plus fréquente.

La *première indication* consiste à neutraliser le poison en administrant, à l'intérieur, une quantité d'eau hydrosulfureuse proportionnée à la quantité connue ou présumée de matière plombeuse absorbée ou introduite dans le corps de l'homme. On se sert pour cela de l'une des boissons suivantes :

N<sup>o</sup>. 1. Prenez 19 litres d'eau et ajoutez-y un litre d'eau saturée d'hydrogène sulfuré, dans laquelle on aura fait dissoudre 12 grains de carbonate de soude avant la saturation.

N<sup>o</sup>. 2. Prenez 5 grains de sulfure de potasse, que vous ferez dissoudre dans un litre d'eau.

Les effets de ces boissons sulfureuses sont d'autant plus remarquables et plus assurés, que l'empoisonnement est plus récent. Plusieurs coliques de plomb rebelles ont cédé rapidement à cette première partie du traitement.

La *deuxième indication* est de combattre la constipation lorsqu'elle existe; car c'est un des phénomènes les plus fréquens de cet empoisonnement.

Dans ce cas, indépendamment de l'eau sulfureuse, le malade prendra un purgatif, dont l'activité devra être proportionnée à l'intensité de la constipation: par exemple, des pilules composées de

48 grains de jalap et 48 grains de scammonée pour 12 pilules.

Lorsque la constipation est très-opiniâtre, il

faut administrer un lavement préparé avec une once de séné et 3 onces d'huile de ricin.

La *troisième indication* est de calmer les douleurs et de procurer le sommeil: le malade prendra, le soir, de 8 à 12 gouttes de laudanum de Rouseau, ou 1 à 1  $\frac{1}{2}$  grain d'extrait gommeux d'opium.

À l'aide de ce traitement, les accidens produits par les sels et par les oxides de plomb disparaissent rapidement, quelquefois dès le deuxième jour, ordinairement du troisième au quatrième, et ils se prolongent rarement au-delà du sixième.

63. NITRATE et SULFATE D'ARGENT et d'AMMONIAQUE; par M. Mitscherlich. (An. der Chem., 1827, p. 413.)

On obtient le nitrate d'argent et d'ammoniaque en ajoutant de l'ammoniaque à du nitrate d'argent: ce sel est très-soluble et cristallise assez facilement. Il est composé de

Acide nitrique. . . . .	0,264—	} 1 at.
Oxide d'argent. . . . .	0,550—	
Ammoniaque. . . . .	0,180—	

On obtient le sulfate d'argent et d'ammoniaque de la même manière: il est très-soluble, cristallisable, et il contient:

Acide sulfurique. . . . .	0,2160—	} 1 at.
Oxide d'argent. . . . .	0,6065—	
Ammoniaque. . . . .	0,1940—	

64. Nouveau procédé pour préparer l'AMMONIURE D'ARGENT; par M. L. A. C. de Toulon. (J. de Pharm., 1827, p. 615.)

On dissout du chlorure d'argent humide dans

l'ammoniaque, puis on ajoute peu à peu à la dissolution de la potasse caustique à l'alcool en petits fragmens : il se manifeste une vive effervescence, due au dégagement d'une partie de l'ammoniaque; la liqueur brunît d'abord, puis prend une teinte de plus en plus foncée, et elle finit par devenir noire: alors on l'étend d'une certaine quantité d'eau, on la filtre, et il reste sur le papier une substance noire, qui est l'ammoniaque d'argent: cet ammoniaque détonne par la chaleur, par le frottement et par la percussion: il est soluble dans l'ammoniaque.

65. *Observations sur le POURPRE DE CASSIUS*; par M. Mercadier. (An. de Ch., t. 34, p. 147.)

Lorsqu'on traite par de l'acide nitrique de l'argent ou du zinc contenant un peu d'or et d'étain, il se forme un dépôt de pourpre de Cassius, dont la nuance est plus ou moins foncée, et si l'on recueille ce précipité avec soin, on trouve que son poids équivaut exactement à celui de l'or et de l'étain, transformés l'un et l'autre en peroxide. Ces faits suffisent pour lever le doute où l'on était si l'or se trouve réellement à l'état métallique dans le pourpre de Cassius.

177  
*ADDITION au Mémoire sur les mines  
d'étain de Saxe; par M. MANÈS.*

J'ai donné, dans le t. VIII de ce Recueil une description complète des lavoirs et usines à étain de la petite ville d'Altenberg en Saxe; pour en faciliter la lecture, je me proposais d'y joindre des dessins qui permissent d'embrasser, d'un seul coup-d'œil, tous les détails; quelques feuilles égarées m'empêchèrent alors de le faire. Depuis, j'ai retrouvé ce qui me manquait; j'ai pu terminer ces dessins, et je m'empresse de les donner ici, dans l'espoir qu'ils pourront offrir quelque intérêt aux personnes qui auront lu mon mémoire.

La Planche III est relative aux laveries à étain d'Altenberg. On y voit représentés :

Fig. 1. Le plan général de la laverie.

AA. Les bocards.

BB. Les roues hydrauliques, qui mettent ces bocards en mouvement.

CC. Arbres des roues.

DD. Caisses à minerais, dites *rolles*.

EE. Canaux de schlichs.

FF. Bourbiers.

GG. Emplacement des schlichs et vases.

11. Canal qui amène l'eau nécessaire aux auges de bocards.

22. Canal de sortie de l'eau du bocard, conduisant aux canaux de schlichs.

MM. Tables à secousse.

NN. Tables dormantes.

S. Schlemm-graben.

R. Chambre des laveurs.

VV. Bourbiers.

Fig. 2, 3 et 4. Plan, coupe et élévation d'une batterie de bocard, sur une échelle double de la fig. 1<sup>re</sup>.

Fig. 5 et 6. Coupe et élévation d'une table à secousse, sur une échelle double de la fig. 1<sup>re</sup>.

I. Roue de la table à secousse.

K. Arbre de la roue hydraulique.

zz. Tour qui reçoit un mouvement oscillatoire de la roue hydraulique, et qui communique un mouvement de va-et-vient à la table, au moyen du levier coudé *ii* et du tirant *m*.

33. Canal qui amène l'eau.

T. III, 1<sup>re</sup> livr. 1828.

2580. Caisses dans lesquelles se délaie le schlich à laver.

gg. Grilles.

pp. Chevet de la table à secousse.

M. Corps de la table.

bb. Caisses où l'on reçoit le schlich lavé.

Fig. 7 et 7 bis. Coupes longitudinale et transversale extrême d'une table dormante, sur une échelle double de la fig. 1<sup>re</sup>.

Fig. 8 et 9 bis. Plan, coupe longitudinale et coupe transversale extrême d'un schlemm-graben, sur une échelle double de la fig. 1<sup>re</sup>.

La planche IV est relative aux usines à étain d'Altenberg; on y voit représentés :

Fig. 1, 2, 3 et 4. Plan, coupe et élévation des fourneaux.

A. Plan du grand fourneau.

B. Plan du petit fourneau.

C. La roue hydraulique, qui met les soufflets en mouvement.

D. Ces soufflets.

E. La chambre des fondeurs.

F. L'emplacement des schlichs et du charbon.

1. Le massif du fourneau.

2. Chemise.

3. Creuset.

4. Plan incliné pour les scories.

5. Réservoir d'eau où sont reçues ces scories.

6. Bassin de percée.

7. Aire d'épuration.

8. Bassin d'épuration.

9. Chambre de sublimation.

10. Table de cuivre.

11. Réservoir d'eau pour les charbons.

Fig. 5, 6, 7 et 8. Plan, coupes et élévation relatives à l'atelier de grillage.

A. Atelier.

B. Chambre de sublimation.

1. Grille du four de grillage.

2. Sole de grillage.

3. Orifice par où l'on fait tomber le minéral.

4. Aire de séchage.

5. Manteau.

6. Conduit qui mène les vapeurs à la chambre de sublimation B.

7. Cheminée de la chambre de sublimation.

## ORDONNANCES DU ROI,

### CONCERNANT LES MINES,

RENDUES PENDANT LE PREMIER TRIMESTRE DE 1827,

ET LE COMMENCEMENT DU SECOND DE CETTE  
MÊME ANNÉE.

*ORDONNANCE du 3 janvier 1827, portant que la société anonyme, dite Compagnie des mines de fer de Saint-Etienne est autorisée à établir, conformément au plan annexé à la présente ordonnance, six lavoirs à bras, pour le lavage du minéral de fer, sur le ruisseau de la Sous-Froide, dans la propriété des sieurs Crestin frères, au lieu dit le Pré-Carpé, commune de Bouhans (Haute-Saône), et que ce lavage s'effectuera au moyen de la retenue d'eau que lesdits sieurs Crestin ont été autorisés à établir, au même lieu, par l'ordonnance royale du 27 août 1823.*

Lavoirs à  
bras de  
Bouhans.

*ORDONNANCE du 3 janvier 1827, portant que le sieur Branche est autorisé à établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, quatre lavoirs à bras, pour le lavage du minéral de fer, dans sa propriété sise au lieu dit le Pré-de-la-Morthe, sur une dérivation de la rivière de la Morthe, commune de la Chapelle-Saint-Quillain (Haute-Saône).*

Lavoirs à  
bras de la  
Chapelle  
St.-Quillain.

*ORDONNANCE du 17 janvier 1827, portant autori-*

Usine à fer  
de Carignan

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. I<sup>er</sup>. Le sieur Spinette est autorisé à établir une usine pour fendre et laminer le fer, sur le ruisseau de Lannoy, au lieu dit la culée de Bierre, commune de Carignan, département des Ardennes.

ART. II. Cette usine est et demeure composée, conformément aux plans de masse et de détails joints à la présente ordonnance, de deux équipages, l'un de cylindres et l'autre de taillans, activés par deux roues hydrauliques et un four de fenderie, et en un four de laminoir.

ART. XII. L'impétrant sera tenu de faire usage, dans l'année, de la présente permission, en faisant construire et mettre en activité son usine dans ce délai, à défaut de quoi la permission sera révoquée de droit.

ART. XV. Il ne pourra employer dans cette usine aucun autre combustible que la houille.

Verrerie de  
Plaine de  
Valche.

ORDONNANCE du 17 janvier 1827, portant autorisation à la dame veuve de Klinglin et au sieur de Klinglin, son fils, d'ajouter à la verrerie dont ils sont propriétaires dans la commune de Plaine-de-Valche (Meurthe), un second four de gobletterie à douze creusets, devant consommer annuellement sept cents cordes ou deux mille cent stères de bois.

Lavoirs à  
bras de la  
Chapelle  
St.-Quillain.

ORDONNANCE du 31 janvier 1827, portant autorisation au sieur Petit-Jean-du-Plessis d'établir, conformément à sa demande et au plan joint à la présente ordonnance, deux lavoirs à bras pour le lavage du minéral de fer, à la suite de ceux déjà existans, en vertu de l'ordonnance royale du 12 janvier 1825, dans le pré dit des Quatre-Faulx, qui lui appartient dans la commune de la Chapelle Saint-Quillain (Haute-Saône).

ORDONNANCE du 31 janvier 1827, portant concession des mines d'anthracite existant sur le territoire de la commune de Saint-Barthélemy-de-Séchilienne (Isère). Mines d'anthracite de St-Barthélemy-de-Séchilienne.

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. I<sup>er</sup>. Il est fait concession au sieur François Clavel des mines d'anthracite existant sur le territoire de la commune de Saint-Barthélemy-de-Séchilienne, département de l'Isère.

ART. II. Cette concession, renfermant une étendue superficielle de cinq kilomètres carrés trente-neuf hectares, est et demeure limitée conformément au plan joint à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, par une ligne droite partant du clocher de Saint-Barthélemy aboutissant au point A, qui sépare les propriétés des sieurs Jean Clavel et Claude Fiat;

A l'est, par une ligne droite se dirigeant dudit clocher au bâtiment du sieur Antoine Maïstral à la Ronchaire; de ce point, par une autre droite au rocher de l'Enchâtre, et de ce second point, par une autre droite à la borne séparative des communes de Saint-Barthélemy et de la Morte;

Au sud, par une ligne droite inclinée de l'est au sud jusqu'au sommet de la montagne appelée la Grande-Cuche; de ce point, par une droite inclinée à l'ouest jusqu'à l'angle sud-ouest du bâtiment du sieur Ravanat, situé au hameau de Biegarde, sur la commune de Laffrey;

A l'ouest, par une droite partant du dernier point et aboutissant à l'angle sud-ouest des bâtimens de Magdeleine Mathieu; de ce dernier point, par une autre droite aboutissant au point de séparation des propriétés desdits sieurs Jean Clavel et Claude Fiat.

ORDONNANCE du 9 février 1827, portant que le sieur Duchon aîné est autorisé à établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, quatre nouveaux lavoirs à bras, pour le lavage du

Lavoirs à  
bras de  
Pesmes.

minéral de fer, dans le pré qui lui appartient au lieu dit la Colombière, territoire de Pesmes (Haute-Saône), et dans le même emplacement que les deux lavoirs qu'il a déjà construits en vertu de l'ordonnance royale du 16 juillet 1823.

Lavoirs à bras de Gray.

ORDONNANCE du 9 février 1827, portant autorisation au sieur Louis Jannest-Saint-Hilaire d'établir dans sa propriété, conformément au plan joint à la présente ordonnance, deux lavoirs à bras pour le lavage du minéral de fer, sur le ruisseau formé par les eaux de la fontaine Saint-Adrien et par celles d'un ravin situé dans ladite propriété, près de la ferme Saint-Adrien, commune de Gray (Haute-Saône).

Hauts-fourneaux de Châtillon.

ORDONNANCE du 16 février 1827, portant autorisation d'établir en la commune de Châtillon (Allier) trois hauts-fourneaux pour le traitement du minéral de fer par le moyen de la houille.

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. I<sup>er</sup>. Les sieurs Riant et compagnie, concessionnaires des mines de houille de Fins, sont autorisés à établir, conformément aux plans d'ensemble et de détails joints à la présente ordonnance, au lieu dit le Champ-des-Hirondelles, dépendant de la terre de Fins, commune de Châtillon, département de l'Allier, trois hauts-fourneaux pour le traitement du minéral de fer.

ART. II. Le premier haut-fourneau devra être construit dans le délai de deux années à partir de la notification qui leur sera faite de la présente ordonnance; le second, deux ans après l'achèvement du premier; et le troisième, deux ans après que l'établissement du second aura été terminé.

ART. VII. Les sieurs Riant ne pourront employer, dans les usines, que des combustibles minéraux.

ORDONNANCE du 16 février 1827, portant autorisation au sieur Klinglin d'établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, deux lavoirs à bras, pour le lavage du minéral de fer, sur le cours de la source qui prend naissance dans sa propriété, au lieu dit Genauchier, commune de Cugney (Haute-Saône).

Lavoirs à bras de Cugney.

ORDONNANCE du 21 février 1827, portant que les sieurs Blanchot et Guinot sont autorisés à établir, sur une dérivation du cours de la fontaine de Nantilly, dans leur propriété, sise en la commune de Nantilly (Haute-Saône), deux lavoirs à bras pour le lavage du minéral de fer, conformément au plan joint à la présente ordonnance.

Lavoirs à bras de Nantilly.

ORDONNANCE du 7 mars 1827, portant que le sieur Talamon est autorisé à conserver et tenir en activité l'usine à fer de Bessons, située sur l'étang du même nom, commune de Chalard (Haute-Vienne), et que la consistance de cette usine est et demeure fixée, conformément aux plans de masse et de détails joints à la présente ordonnance : 1<sup>o</sup>. à un haut-fourneau, pour fondre le minéral de fer; 2<sup>o</sup>. à deux feux d'affinerie avec les soufflets nécessaires; 3<sup>o</sup>. à deux gros marteaux; 4<sup>o</sup>. à un bocard à crasses; 5<sup>o</sup>. à un patouillet.

Usine à fer de Bessons.

ORDONNANCE du 15 mars 1827, portant que le sieur Hocard est autorisé à établir, conformément à sa demande et aux plans de masse et de détails joints à la présente ordonnance, le haut-fourneau de Vrecourt, sur son ancien emplacement.

Haut-fourneau de Vrecourt.

ment, situé sur le cours d'eau sortant de l'étang de Vrecourt (Vosges).

Lavoires à bras et à cheval de Bouhans.

ORDONNANCE du 15 mars 1827, portant autorisation au sieur Barbey d'établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, un lavoire à cheval et un lavoire à bras pour le lavage du minéral de fer, dans sa propriété, au lieu dit le Champ-du-Pont et en Vergeros, commune de Bouhans (Haute-Saône).

Lavoires à bras d'Au-vet.

ORDONNANCE du 15 mars 1827, portant que les sieurs Jobard et Tugnot de la Noye fils sont autorisés à établir quatre lavoires à bras, pour le lavage du minéral de fer, et conformément au plan joint à la présente ordonnance, sur leur propriété, sise au lieu dit le Parc, commune d'Au-vet (Haute-Saône).

Usine à fer de Coussac-Bonneval.

ORDONNANCE du 15 mars 1827, portant que le sieur Chauffaille est autorisé à maintenir en activité, conformément à l'article 78 de la loi du 21 avril 1810, l'usine à fer qu'il possède sur le Haut-Vézère, commune de Coussac-Bonneval (Haute-Vienne), consistant en un haut-fourneau à fondre le minéral de fer, deux feux d'affinerie et un bocard à crasses, et qu'il est également autorisé à conserver le troisième feu d'affinerie et le patouillet qu'il y a ajouté : le tout conformément aux plans de masse et de détails joints à la présente ordonnance.

Patouillet à roue d'Arc.

ORDONNANCE du 22 mars 1827, portant autorisation au sieur Sacquin d'établir, sur le ruisseau

des Égoulettes, dans sa propriété, sise à Arc, section de la ville de Gray, arrondissement du même nom (Haute-Saône), un patouillet à roue pour le lavage du minéral de fer, conformément au plan joint à la présente ordonnance.

ORDONNANCE du 22 mars 1827, portant que le sieur Glorget est autorisé à établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, un lavoire à bras pour le lavage du minéral de fer, sur un terrain qui lui appartient dans la commune de la Chapelle-Saint-Quillain (Haute-Saône).

ORDONNANCE du 22 mars 1827, portant que les sieurs Pierre-Jean-Julie et Louis-Armand Chapt de Rastignac sont autorisés à conserver et tenir en activité l'usine à fer qu'ils possèdent dans la commune de Firbeix (Dordogne), et que cette usine est et demeure composée, conformément aux plans joints à la présente ordonnance, d'un haut-fourneau à fondre le minéral de fer, de deux affineries pour convertir la fonte en fer, et d'un marteau à drôme.

ORDONNANCE du 29 mars 1827, portant autorisation au sieur Mouchet d'établir six lavoires à bras pour le lavage du minéral de fer, sur la rivière de la Tenise, dans le fossé extérieur de l'ancien château de Chantonnay, commune de Chantonnay (Haute-Saône), conformément au plan joint à la présente ordonnance.

Lavoire à bras de la Chapelle St. Quillain.

Usine à fer de Firbeix.

Lavoires à bras de Chantonnay.

Mines de houille d'Argentat, la Chapelle-aux-Plats et S.-Chamans.

*ORDONNANCE du 29 mars 1827, portant concession des mines de houille d'Argentat, la Chapelle-aux-Plats et Saint-Chamans (Corrèze).*

( Extrait. )

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. I<sup>er</sup>. Il est fait concession au sieur Alexis de Noailles et aux héritiers du sieur de Lasteyrie-du-Saillant des mines de houille situées dans les communes d'Argentat, la Chapelle-aux-Plats et Saint-Chamans, département de la Corrèze, sur une étendue superficielle de onze kilomètres carrés trente-neuf hectares.

ART. II. Cette concession, conformément au plan joint à la présente ordonnance, vérifié par les ingénieurs des mines, visé par le préfet, est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, par une ligne droite menée de la tour de l'ancien château de Saint-Chamans au clocher de la Chapelle-aux-Plats;

A l'est, par une autre ligne droite tirée du clocher de la Chapelle-aux-Plats à celui d'Argentat;

Au sud-ouest et à l'ouest, par une troisième ligne droite menée du clocher d'Argentat à la tour de l'ancien château de Saint-Chamans, point de départ.

Usine à fer d'Osne-le-Val.

*ORDONNANCE du 29 mars 1827, portant que le sieur Louis Regnault Thomas est autorisé à construire une usine à fer à côté du moulin qu'il possède sur le ruisseau de Curel, commune d'Osne-le-Val (Haute-Marne), et que la consistance de cette usine est et demeure fixée à un feu de chaufferie, deux marteaux et trois roues hydrauliques, conformément aux plans de masse et de détails joints à la présente ordonnance.*

*ORDONNANCE du 5 avril 1827, portant concession d'une mine de fer située en la commune de Servance ( Haute-Saône ).* Mine de fer de Servance.

CHARLES, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'Etat au département de l'intérieur,

Notre Conseil d'Etat entendu, nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. I<sup>er</sup>. Il est fait concession aux sieurs Louis de Pourtales et de la Panouze d'une mine de fer située sur la pente de la montagne du Ménil, commune de Servance, département de la Haute-Saône.

ART. II. Cette concession est limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan qui restera annexé à la présente :

Au nord, par une ligne droite allant de l'emplacement du moulin ruiné de Servanceuil, au point qui correspond au milieu d'une ligne droite, joignant la maison Gaudot, (qui se trouve sur la route de Lure au département des Vosges) et le moulin de Magny, situé à deux cent cinquante mètres environ au sud-ouest du hameau de ce nom, point milieu, où il sera planté une borne en pierre;

A l'est, par la partie de ladite ligne droite, joignant la maison Gaudot et le moulin de Magny, qui est comprise entre ledit point correspondant à son milieu et ladite maison Gaudot, partie dont la longueur projetée horizontalement est de sept cent quatre-vingt-cinq mètres;

Au sud-ouest, par une ligne droite allant de ladite maison Gaudot au point de réunion des ruisseaux dits du Magny et des Évaudois;

Au nord-ouest, par la partie du cours du ruisseau du Magny, situé entre ledit point où il reçoit le ruisseau des Évaudois et l'emplacement du moulin ruiné de Servanceuil, point de départ.

Les limites ci-dessus comprennent une étendue superficielle de soixante-onze hectares.

ART. III. Les concessionnaires acquitteront annuellement, entre les mains du receveur de l'arrondissement, les redevances fixe et proportionnelle établies par la loi du 21 avril 1810 et le décret du 6 mai 1811.

ART. IV. Conformément aux articles 6 et 42 de ladite loi, les concessionnaires paieront aux propriétaires des ter-

rains compris dans le périmètre de la concession une indemnité annuelle d'un franc par hectare de terrain.

ART. V. Ils paieront, en outre, les indemnités prescrites par les art. 43 et 44 de la même loi, pour les dégâts et non-jouissance de terrains occasionés par l'exploitation.

ART. VI. En exécution de l'art. 70 de ladite loi, ils seront tenus de fournir aux usines à fer de Magny et de Saint-Georges la quantité de minéral nécessaire à leur exploitation, au prix qui sera fixé par l'administration, s'il y a contestation entre les parties.

ART. VII. Ils se conformeront exactement aux dispositions du cahier des charges qu'ils ont souscrit les 31 janvier et 2 février 1827, lequel demeurera annexé à la présente.

ART. VIII. Il y aura particulièrement lieu à l'exercice de la surveillance de l'Administration des mines, en exécution des art. 47, 49 et 50 de la loi du 21 avril 1810 et du titre 2 du règlement du 3 janvier 1813, si la propriété de la concession vient à être transmise d'une manière quelconque par les concessionnaires, soit à un seul individu, soit à une société; le cas échéant, le titulaire de la concession sera tenu de se conformer exactement aux conditions prescrites par l'acte de concession.

ART. IX. Dans le cas prévu par l'article 49 de la loi du 21 avril 1810, où l'exploitation serait restreinte ou suspendue sans cause reconnue légitime, le préfet assignera aux concessionnaires un délai de rigueur, qui ne pourra excéder six mois, et faute par les concessionnaires de justifier dans ce délai de la reprise d'une exploitation régulière et des moyens de la continuer, il en sera rendu compte, conformément audit article 49, à notre Ministre secrétaire d'État de l'intérieur, qui nous proposera, s'il y a lieu, dans la forme des réglemens d'administration publique, la révocation de la présente concession, sous toutes réserves des droits des tiers.

ART. X. La présente ordonnance sera publiée et affichée aux frais des concessionnaires, dans la commune sur laquelle s'étend la concession.

ART. XI. Nos Ministres secrétaires d'État de l'intérieur et des finances sont chargés, chacun en ce qui le concerne, de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée par extrait au Bulletin des lois.

*Cahier de charges pour la concession d'une mine de fer sur la pente de la montagne du Ménil, commune de Servance, arrondissement de Lure, département de la Haute-Saône.*

ART. I<sup>er</sup>. L'exploitation aura lieu par travaux qui descendront successivement du haut du gîte vers le bas, jusqu'au niveau du vallon de Servanceuil.

ART. II. Elle sera préparée, à chaque étage, par deux galeries d'allongement situées à trente mètres environ l'une au-dessous de l'autre, et par des puits de communication entre ces galeries.

ART. III. Les galeries seront percées, du côté occidental de la montagne du Ménil, à partir du jour sur la direction du gîte, en se tenant du côté du mur, et poussées, autant qu'il sera possible, en ligne droite jusqu'aux limites orientales de la concession; elles auront au moins deux mètres trente centimètres de hauteur et un mètre trente centimètres de largeur, et seulement la pente nécessaire à l'écoulement des eaux. Elles seront solidement boisées ou murillées partout où besoin sera.

ART. IV. Les puits de communication seront établis aux distances qui seront reconnues convenables aux besoins de l'airage et à la préparation des massifs à exploiter. Ils seront garnis d'un boisage solide, et partagés en deux compartimens, dont l'un servira à extraire les minerais ou à les faire couler dans la galerie inférieure, et l'autre servira au passage des ouvriers.

ART. V. La première galerie de l'étage supérieur sera placée en un point choisi de telle manière, que la masse factière du filon puisse être exploitée, dans le haut, par travaux à ciel ouvert, et, dans le bas, par ouvrages montans partant de la galerie.

ART. VI. Dans chacun des autres étages, l'exploitation commencera par le fond de la galerie d'allongement, pour revenir, à pas rétrogrades, vers son orifice extérieur.

ART. VII. Au sol de chacune des galeries d'allongement, on réservera intact un massif de minéral de quatre mètres d'épaisseur au moins, qui formera un faite solide à l'étage d'exploitation inférieur, et qui ne pourra être enlevé, soit en totalité, soit en partie, qu'à l'époque où l'exploitation de cet étage sera terminée, et s'il est reconnu que cet enlèvement ne compromettra pas la sûreté des hommes et des choses.

ART. VIII. L'application des dispositions prescrites par les articles précédens aux circonstances locales du gîte de minéral de Servance, et la détermination du mode de travaux d'exploitation de chacun des étages préparés ainsi qu'il a été dit dans les mêmes articles, seront faites par le préfet, sur la proposition des concessionnaires et sur le rapport de l'ingénieur des mines.

ART. IX. A cet effet, les concessionnaires adresseront au préfet, dans le délai qui leur sera indiqué par lui, les plans et coupes de l'intérieur de leurs mines, dressés sur l'échelle d'un millimètre pour mètre, et divisés en carreaux de dix en dix millimètres. Ces plans seront accompagnés d'un mémoire indiquant le mode circonstancié des travaux que les concessionnaires se proposeront d'entreprendre. L'indication du mode de travaux sera aussi tracée sur les plans et coupes.

ART. X. Sur le vu de ces pièces et le rapport des ingénieurs des mines, le préfet autorisera l'exécution du projet de travaux, s'il n'en doit résulter aucun des inconvéniens ou dangers énoncés dans le tit. 5 de la loi du 21 avril 1810 et les titres 2 et 3 du décret du 3 janvier 1813, et si le projet assure aux mines une exploitation régulière et durable. Dans le cas contraire, le préfet apportera au projet les modifications nécessaires avant d'en autoriser l'exécution, sauf recours, s'il y a lieu, par-devant le Ministre de l'intérieur.

ART. XI. Si, par la suite, on vient à reconnaître qu'il est nécessaire de changer ou modifier le mode de travaux déterminé conformément aux articles précédens, ou d'exploiter à un niveau inférieur à celui de la vallée, il y sera pourvu de la manière indiquée auxdits articles, sur la proposition des concessionnaires ou des ingénieurs des mines, et, dans tous les cas, après que les uns et les autres auront été entendus.

ART. XII. Chaque année, dans le courant de janvier, les concessionnaires adresseront au préfet les plans et coupes, dressés sur la même échelle d'un millimètre pour mètre, des travaux exécutés dans le cours de l'année précédente, pour être rattachés au plan général après vérification faite par l'ingénieur. En cas d'inexécution de cette mesure ou d'inexactitude reconnue des plans, ils seront levés et dressés d'office aux frais des exploitans.

ART. XIII. Indépendamment des plans de leurs travaux, les concessionnaires tiendront constamment en ordre, en

exécution des réglemens des 18 novembre 1810 et 3 janvier 1813 :

- 1°. Un registre de contrôle de leurs ouvriers ;
- 2°. Un registre constatant l'avancement des travaux et les circonstances de l'exploitation dont il sera utile de conserver le souvenir ;
- 3°. Un registre d'extraction et de vente.

Ils adresseront en outre au préfet, tous les ans, et au directeur général des mines, toutes les fois qu'il en fera la demande, l'état certifié des ouvriers employés par eux et des produits de leur exploitation.

ART. XIV. Les concessionnaires seront tenus d'exploiter de manière à ne pas compromettre la sûreté publique, celle des ouvriers ou la conservation de la mine, et à satisfaire aux besoins des consommateurs. Ils se conformeront en conséquence aux instructions qui leur seront données par l'Administration et par les ingénieurs des mines du département, d'après les observations auxquelles la visite et la surveillance des travaux pourront donner lieu.

ART. XV. En exécution de l'art. 14 de la loi du 21 avril 1810, les concessionnaires ne pourront confier la direction de leurs mines qu'à un individu qui aura justifié des facultés nécessaires pour bien conduire les travaux ; conformément à l'article 25 du décret du 3 janvier 1813, ils ne pourront employer, en qualité de maîtres mineurs ou chefs d'atelier, que des individus qui auront travaillé, au moins pendant trois ans, dans les mines, comme mineurs, boiseurs ou charpentiers, ou des élèves de l'École des mineurs de Saint-Étienne, ayant achevé leurs cours d'études et pourvus d'un brevet du Directeur général des mines.

ART. XVI. Si les concessionnaires n'exécutent pas les travaux prescrits par les articles 1 à 7 ci-dessus ; s'ils n'adressent pas au préfet, dans le délai prescrit, les plans, coupes et mémoires explicatifs relatifs au mode de travaux qu'ils se proposent de suivre pour l'exploitation ; enfin s'ils ne suivent pas le plan des travaux, tel qu'il aura été adopté par le préfet, leur exploitation sera regardée comme pouvant compromettre la sûreté publique ou la conservation de la mine, et il y sera pourvu en exécution de l'art. 50 de la loi du 21 avril 1810 : en conséquence, dans l'un et l'autre cas, la contravention ayant été constatée par un procès-verbal de l'ingénieur, la mine sera mise en surveillance de police, et il y sera placé, aux frais des concessionnaires, un garde-mine ou tout autre proposé

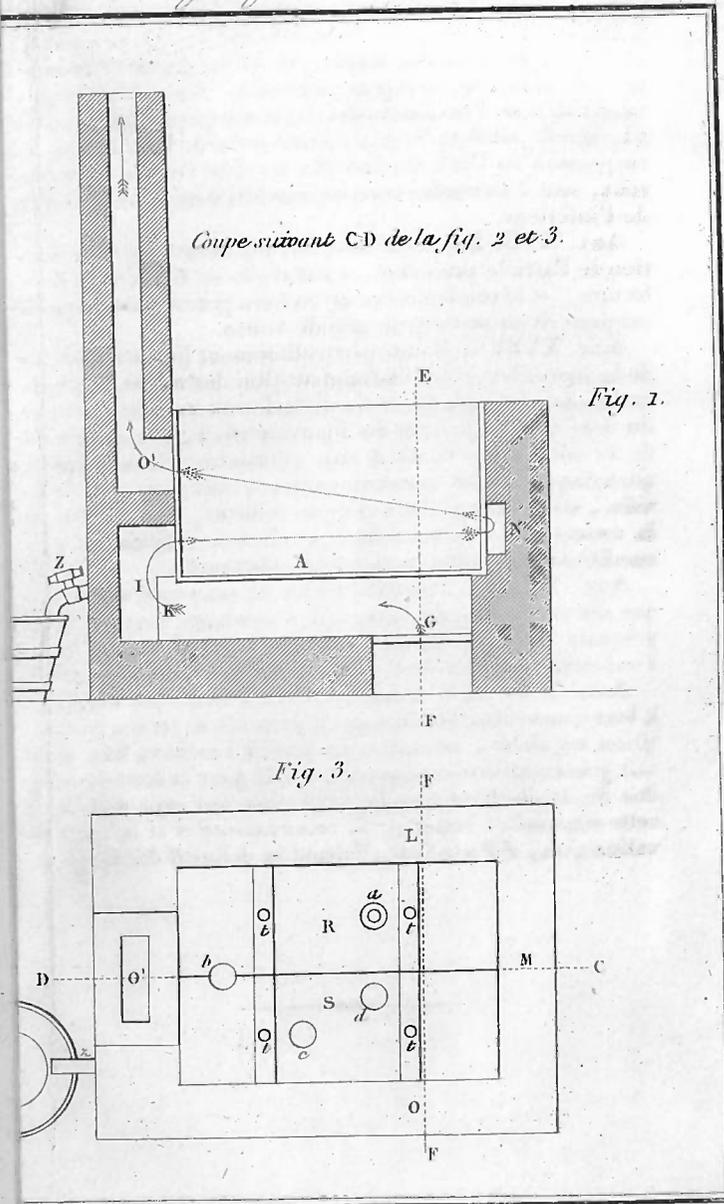
nommé par le préfet, à l'effet de lui rendre un compte journalier de l'état des travaux et de proposer toute mesure de police qu'il jugera nécessaire. Le préfet pourra aussi ordonner l'exécution des travaux reconnus nécessaires à la sûreté publique et à la conservation de la mine, ou la suspension ou l'interdiction des travaux reconnus dangereux, sauf à en rendre compte immédiatement au Ministre de l'intérieur.

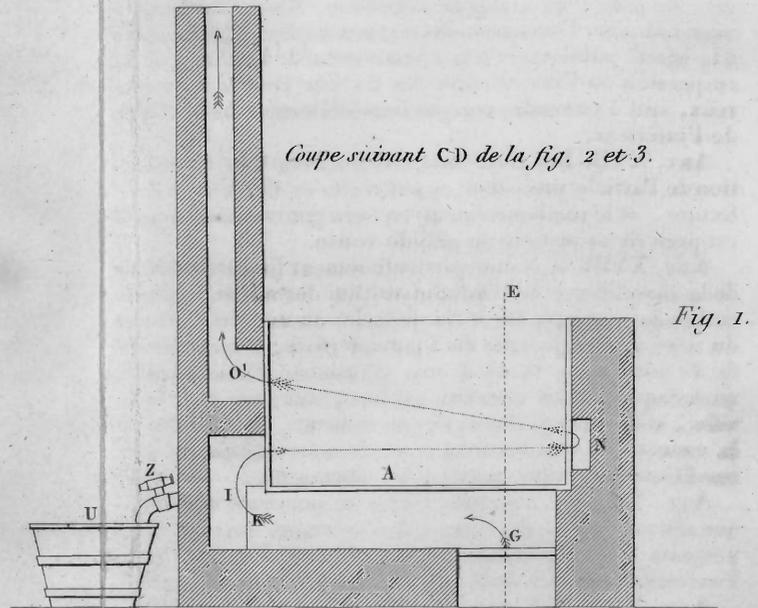
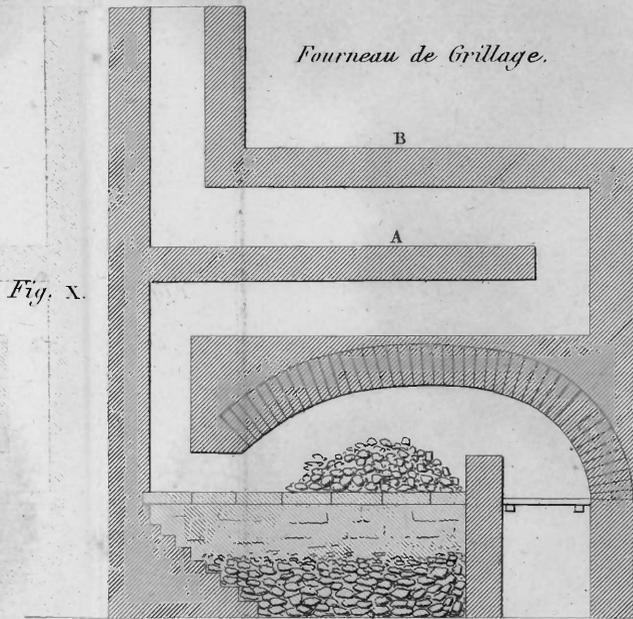
ART. XVII. Les frais auxquels donnera lieu l'application de l'article précédent seront réglés en Conseil de préfecture, et le remboursement en sera poursuivi comme il est prescrit en matière de grande voirie.

ART. XVIII. Il y aura particulièrement lieu à l'exercice de la surveillance de l'Administration des mines, en exécution des art. 47, 49 et 50 de la loi du 21 avril 1810 et du titre 2 du règlement du 3 janvier 1813, si la propriété de la concession vient à être transmise d'une manière quelconque par les concessionnaires, soit à un seul individu, soit à une société. Ce cas échéant, le titulaire de la concession sera tenu de se conformer exactement aux conditions prescrites par l'acte de concession.

ART. XX. Les concessionnaires ne pourront abandonner aucune partie des ouvrages souterrains sans en avoir prévenu le préfet au moins trois mois à l'avance, pour l'exécution des articles 8 et 9 du décret du 3 janvier 1813.

ART. XXI. Si les concessionnaires voulaient renoncer à leur concession, ils devront en prévenir le préfet, par pétition régulière, au moins six mois à l'avance, afin qu'il soit pris les mesures convenables, soit pour la conservation des droits des tiers, par la publication qui sera donnée à cette demande; soit pour la reconnaissance et la conservation; ou, s'il y a lieu, l'abandon définitif des travaux.





Coupe suivant EF fig. 1 et 3.

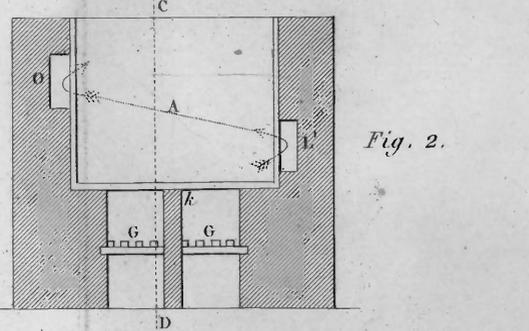


Fig. 3.

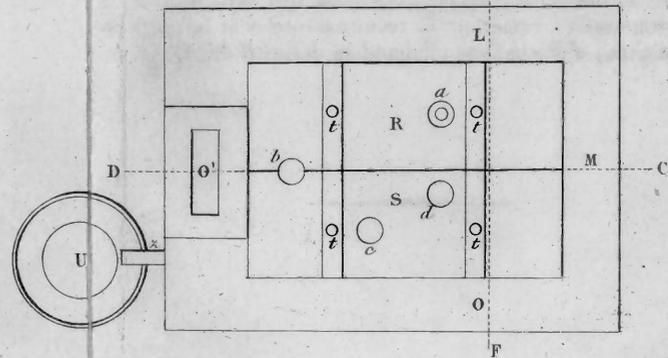


Fig. 1.

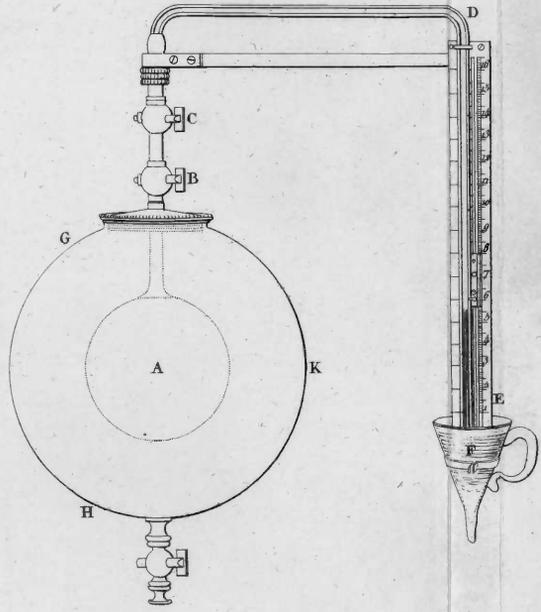
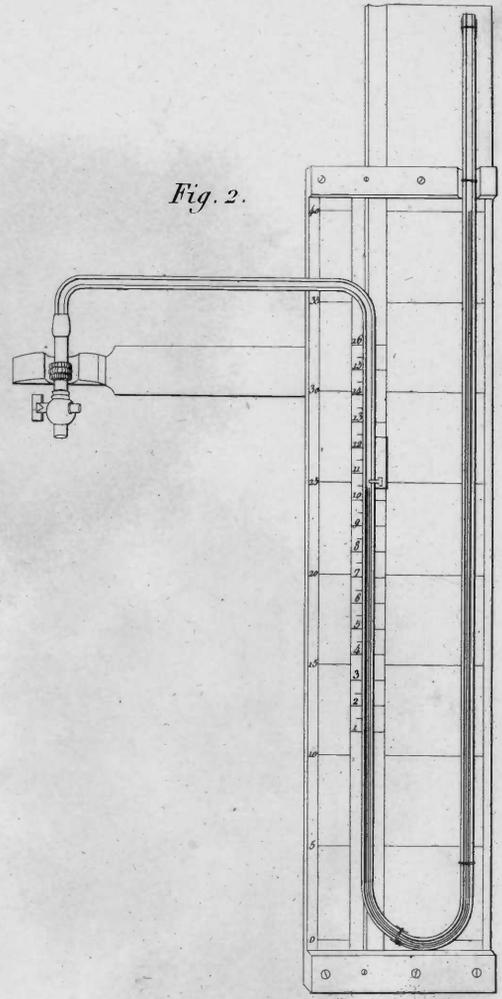


Fig. 2.



Laveries à Etain d'Altenberg.

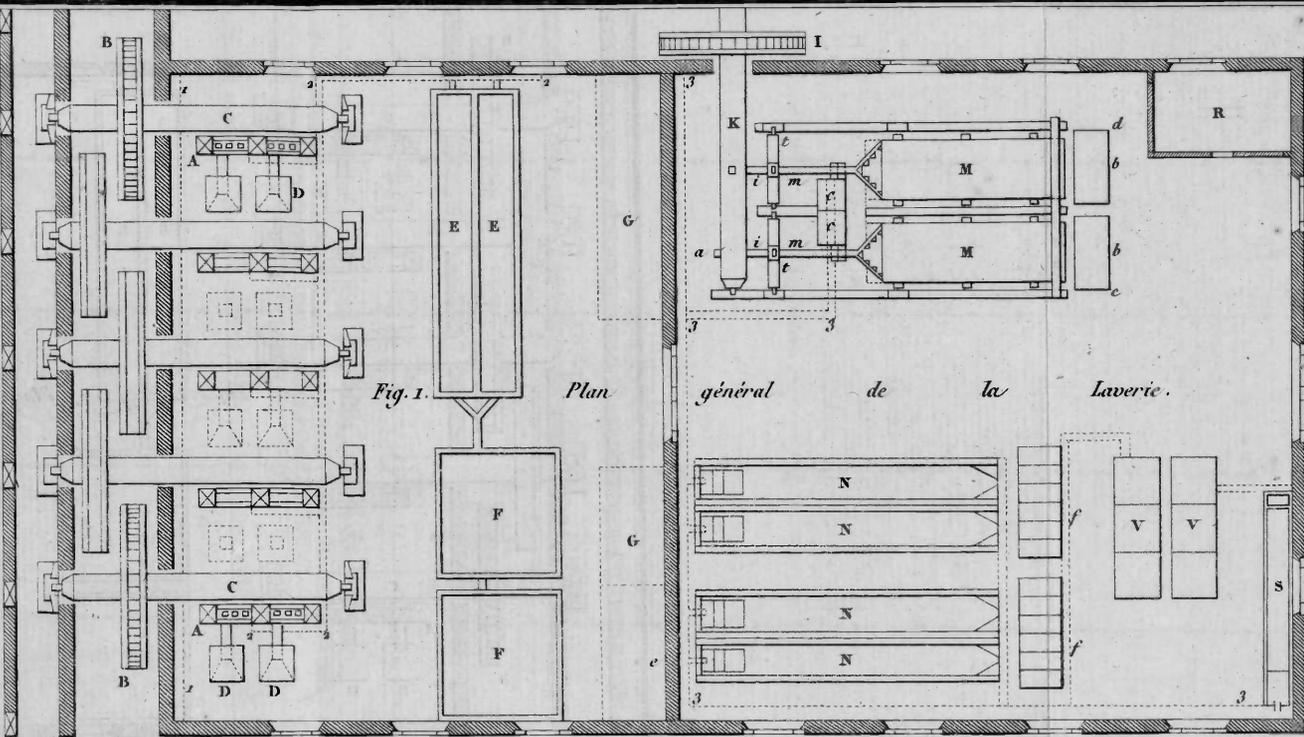


Fig. 1. Plan général de la Laverie.

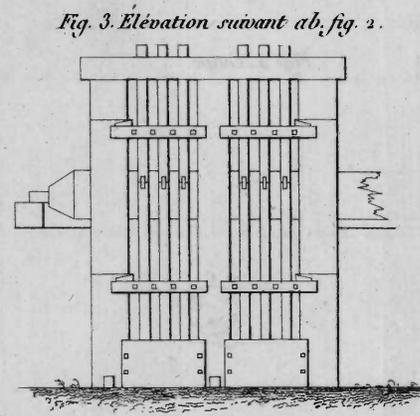


Fig. 3. Élévation suivant ab, fig. 2.

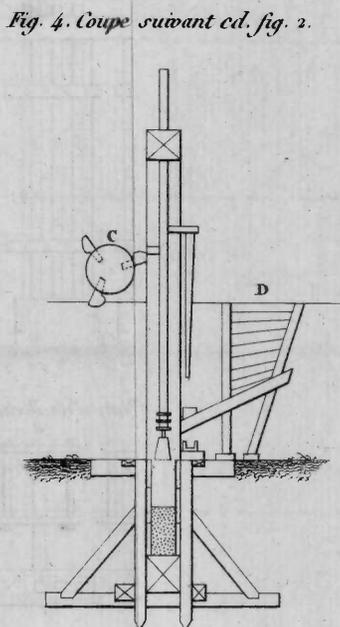


Fig. 4. Coupe suivant cd, fig. 2.

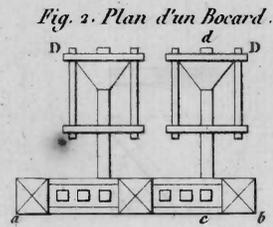


Fig. 2. Plan d'un Bocard.

Fig. 8. Plan d'un Schlemgraben.



Fig. 9. Coupe du Schlemgraben.



Fig. 9 bis.



Fig. 7 bis.

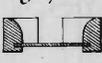


Fig. 6. Élévation suivant cd, fig. 1.

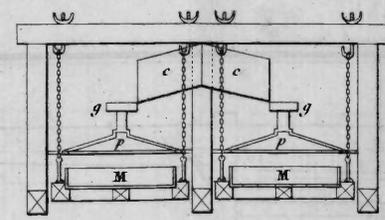
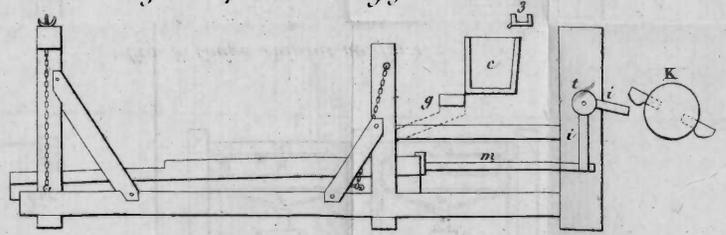
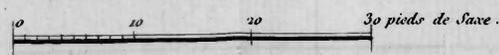
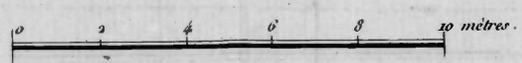


Fig. 5. Coupe suivant ab, fig. 1.



Echelle de la Fig. 1.



Echelle des Fig. 2 à 9.

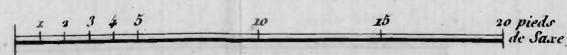
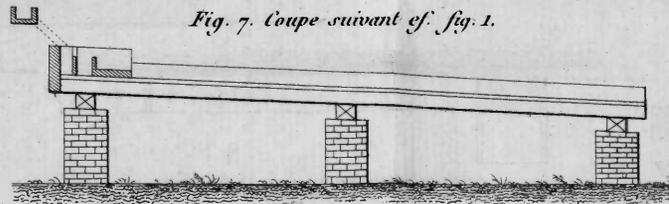


Fig. 7. Coupe suivant ef, fig. 1.



Usines à Etain d'Altenberg.

Fig. 5. Fourneau de grillage.

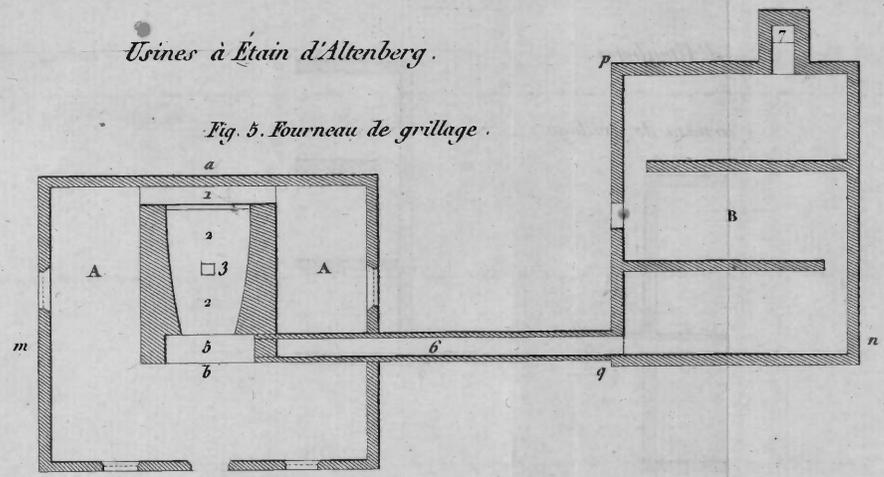


Fig. 6. Coupe suivant mn. fig. 5.



Fig. 8. Elevation suivant pq. fig. 5.

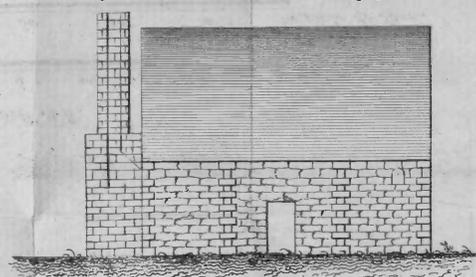


Fig. 7. Coupe suivant ab. fig. 5.

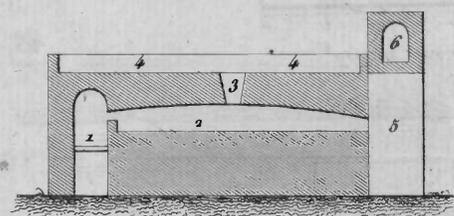


Fig. 4. Coupe suivant gh. fig. 1.

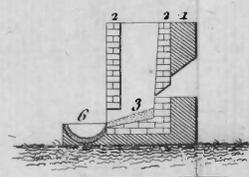


Fig. 3. Elevation suivant ab. fig. 1.

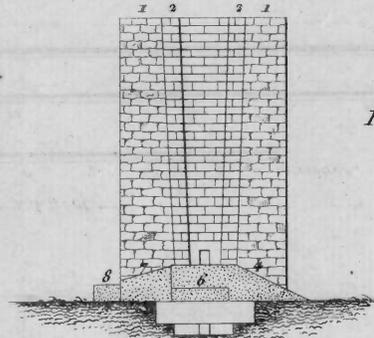


Fig. 1. Plan général de la Fonderie.

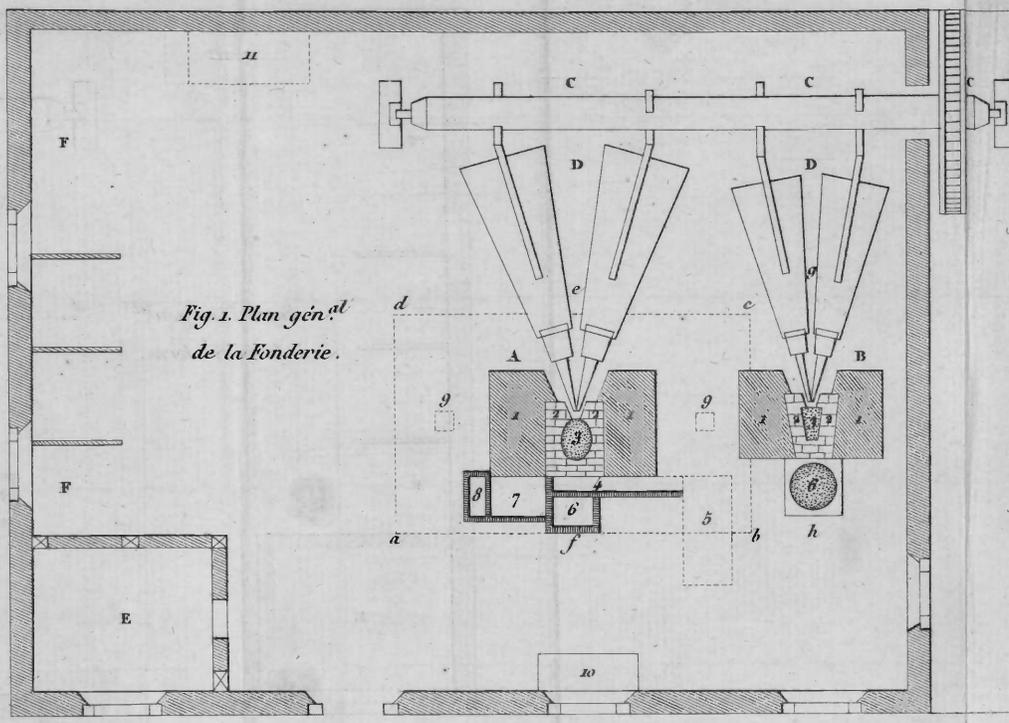
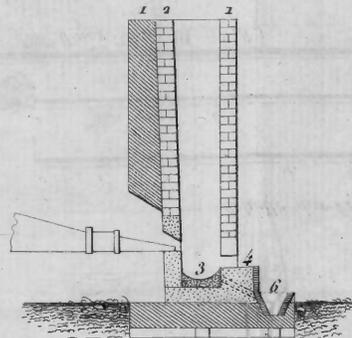
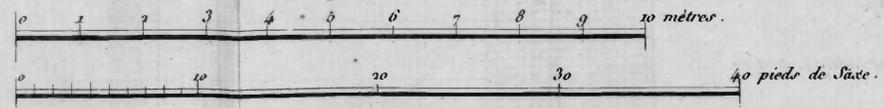


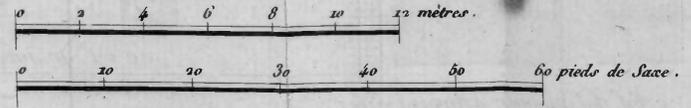
Fig. 2. Coupe suivant ef. fig. 1.



Echelle des Fig. 1. 2. 3. 4. et 7.



Echelle des Fig. 5. 6 et 8.



## ANALYSES

DE

## SUBSTANCES MINÉRALES.

(EXTRAITS DE JOURNAUX.)

1. *Sur la SCHEIRÉRITE*; par M. Strömeyer. (Arch. de Kastner, t. 10, p. 113.)

Cette substance provient d'une couche de lignite des environs de Saint-Gall. Elle se présente en petites lamelles, ou en grains cristallins blanchâtres faiblement nacrés et plus ou moins transparens; elle est un peu plus pesante que l'eau, très-friable, sans saveur ni odeur; mais lorsqu'on la chauffe, elle répand une forte odeur aromatique et empyreumatique. Elle entre en fusion à 36° R., et produit un liquide incolore qui ressemble à une huile grasse et qui cristallise par refroidissement en aiguilles rayonnées. Elle se volatilise à un degré de température qui surpasse celui de l'eau bouillante; ses vapeurs se condensent en aiguilles. Elle brûle en répandant une faible odeur avec une flamme légèrement fuligineuse et sans laisser de résidu. Elle est insoluble dans l'eau, mais facilement soluble dans l'alcool, l'éther, les huiles grasses et les huiles volatiles: la dissolution alcoolique donne des cristaux par évaporation, et se trouble par l'addition de l'eau.

La potasse caustique est sans action sur la scheirérite; mais elle est aisément dissoute par les acides nitrique et sulfurique.

Je la regarde comme une combinaison binaire d'hydrogène et de carbone, analogue à la naphthaline.

2. *Note sur les CHARBONS DE TERRE de Rive-de-Gier (Loire)*; par M. Agathon-Bary. (Correspond. des élèves de l'École des mineurs, n<sup>o</sup>. 1, p. 36.)

On connaît cinq ou six couches de charbon de terre à Rive-de-Gier; mais deux seulement ont été trouvées assez épaisses pour pouvoir être exploitées. L'une a de 4 à 6 pieds de puissance et ne donne que du charbon de mauvaise qualité; c'est pourquoi on la désigne sous le nom de *bâtarde*; l'autre a 24 à 30 pieds d'épaisseur, et s'appelle la *grande masse*: elle est divisée en deux parties, à-peu-près d'égale épaisseur, par une couche de *gore* (argile schisteuse), épaisse de 6 à 8 pouces, que les mineurs appellent le *nerf blanc*. On distingue les charbons que ces deux parties fournissent par les noms de *maréchal*, qui s'applique à celui de la partie inférieure, et de *raffaud*, qui s'applique à celui de la partie supérieure.

Le charbon de la *couche bâtarde* est tendre, pyriteux et mêlé de beaucoup d'argile schisteuse. Il est presque tout consommé dans les fours à verrerie, et il ne conviendrait pas à d'autres travaux. Il laisse 0,09 de cendres.

Le charbon *maréchal* est d'un noir intense, éclatant, très-léger, très-tendre. Il s'enflamme facilement, se boursoufle beaucoup dès qu'il est mis au feu et forme une espèce de voûte en se collant. Il produit une flamme très-volumineuse, jaunâtre, accompagnée de fumée noire et épaisse.

A la distillation, il donne promptement beaucoup de bitume, de l'huile empyreumatique, beaucoup d'eau et de gaz combustible de médiocre qualité: il laisse un coke très-volumineux, très-poreux et très-léger; ses cendres sont pesantes et rouges. Cette espèce de charbon convient beaucoup aux travaux de la forge, et il est très-bon aussi pour les fours à réverbère dont la grille est en avant du laboratoire, dans lequel se placent les matières que l'on veut chauffer.

Le charbon *raffaud* est d'un noir brunâtre, à cassure terne, peu pyriteux, plus pesant et plus dur que le *maréchal*. Il s'enflamme assez facilement; mais il se boursoufle et colle peu si on le chauffe rapidement. Sa combustion est accompagnée d'une flamme peu volumineuse, blanche, et répandant une vive lumière. A la distillation, le dégagement des matières volatiles ne commence qu'à une haute température, et il produit peu d'huile, peu de bitume, peu d'eau et beaucoup de gaz qui brûle avec une flamme courte, blanche et très-lumineuse: il laisse un coke moins volumineux, moins poreux et moins léger que celui de charbon *maréchal*. Ses cendres sont légères et blanches; le *raffaud* est préférable au *maréchal* pour la consommation d'une grille de minage et d'un foyer de machine à vapeur: on doit le rechercher pour les fours à cuire le plâtre et la chaux, ainsi que pour préparer le *gaz d'éclairage*.

Les deux espèces sont également propres à produire du coke de première qualité, tel qu'il convient pour la consommation des hauts-fourneaux. Deux variétés de chacune de ces espèces,

soumises à l'analyse, m'ont donné les résultats suivans :

	Carbone.	Part. volatil.	Cendres.
<i>Maréchal</i> du gour marin..	0,6812	— 0,2880	— 0,0308
<i>Raffaud</i> du gour marin, . .	0,6394	— 0,2940	— 0,0666
<i>Maréchal</i> des Combes. . . .	0,6559	— 0,3000	— 0,0441
<i>Raffaud</i> des Combes. . . .	0,6350	— 0,3150	— 0,0500

Les cendres produites par le charbon de la mine de chaux, près de Saint-Étienne, se sont trouvées composées de :

Silice . . . . .	0,420
Alumine . . . . .	0,230
Oxide de fer I <sup>er</sup> . . . . .	0,280
Magnésien . . . . .	0,018
Sulf. et carbone de chaux . . . . .	0,034

3. *Note sur les EAUX MINÉRALES de Bourbon-Lancy (département de Saône-et-Loire) et sur leurs principes constituans*; par M. Puvis. (An. de Ch., t. 36, p. 282.)

Les sources thermales de Bourbon-Lancy surgissent à une demi-lieue de la Loire, au pied d'une colline sur laquelle la ville est bâtie.

Cette colline a pour base une roche quarzeuse jaunâtre sans stratification apparente, mais remplie de fissures et de joints irréguliers: cette roche change graduellement de nature et de structure à mesure qu'on s'éloigne de Bourbon-Lancy au S.-E., et elle finit par se transformer en une roche schisteuse noirâtre à feuilletés courts, recoupée par de nombreux filons de quartz blanc. On retrouve le même terrain sur la rive gauche de la Loire, associé au calcaire de Divon; il paraît devoir être rangé dans les terrains de transition: à l'est, il s'appuie sur la masse granitique

qui sépare le bassin de l'Arroux de celui de la Loire.

Un superbe bassin, des puits et des galeries souterraines, qui ont été retrouvés ensevelis sous les ruines, attestent que les Romains possédaient à Bourbon-Lancy un vaste établissement thermal.

On connaît maintenant sept sources, dont les principales sont celle du Limbe, celle des Escures et celle de la Reine.

La température des eaux de la première, prise au bouillon, est de 45° R.; on a trouvé 43° à la fontaine de la Reine et 41° à la fontaine des Escures; la température est constante pour chaque source, et il est naturel d'admettre que la différence qu'elles présentent entre elles tient à la différence de leur volume.

La source du Limbe fournit à elle seule plus que les six autres réunies, et le produit total des sept sources, dans les vingt-quatre heures, est d'environ 300<sup>m</sup>; ce volume ne paraît éprouver aucune variation.

Les sept sources sont recueillies dans des puits séparés, qui se trouvent renfermés dans une enceinte de peu d'étendue, et elles sont réunies ensemble dans un vaste bassin, où elles se refroidissent convenablement pour pouvoir servir aux bains et aux douches.

La constance dans la température, et le volume des eaux prouvent qu'elles partent d'une profondeur considérable, et cette circonstance explique leur haute température, le phénomène des eaux thermales devant être considéré ou comme une conséquence ou comme une confirmation des expériences faites dans ces derniers temps sur la température de l'intérieur du globe.

Les eaux de Bourbon-Lancy jaillissent avec un bouillonnement dû au dégagement d'acide carbonique, et peut-être par l'effet même de la pression de ce gaz dans les réservoirs souterrains: la quantité de cet acide est très-peu considérable. Ces eaux, comme toutes les eaux thermales, répandent une très-légère odeur bitumineuse; elles donnent naissance, dans les bassins, à une espèce de fucus qui paraît appartenir aux eaux thermales.

Tout porte à croire que les eaux des sept sources ont la même composition. M. Berthier a trouvé dans celles de la source de la Reine :

	Sels anhydres.
Muriate de soude . . . . .	0,001170
Muriate de potasse . . . . .	0,000150
Sulfate de soude . . . . .	0,000130
Sulfate de chaux . . . . .	0,000075
Carbonate de chaux . . . . .	0,000210
Carbonate de magnésie . . . . .	trace.
Silice . . . . .	0,000020
Acide carbonique libre . . . . .	0,000270

} 0,001755.

La présence de la potasse est remarquable, parce qu'on n'a encore rencontré cet alcali dans aucune eau minérale de France.

La faible proportion de matières salines que les eaux de Bourbon-Lancy tiennent en dissolution me fait croire qu'elles doivent leurs vertus presque uniquement à leur haute température, et que l'on ne doit pas leur chercher d'autre importance que celle qu'elles peuvent tirer de leur volume considérable, de leur haute température et de leur abord facile.

4. *Sur les EAUX MINÉRALES de Wisbaden, et sur le SAVON MATHAQUE; par M. Cadet-Gassicourt. (Jour. de ph., 1827, p. 160.)*

M. Kastner a trouvé dans une livre de l'eau de la source dite Kockbrunnen :

	Grains.
Acide carbonique . . . . .	3,97797
Acide muriatique . . . . .	24,25016
Acide sulfurique . . . . .	0,63883
Silice . . . . .	0,19026
Chaux . . . . .	3,89784
Magnésie . . . . .	0,67849
Soude . . . . .	23,89022
Potasse . . . . .	0,75012
Argile . . . . .	0,40974
Oxide de fer . . . . .	0,04200
Extrait organique . . . . .	1,75000

Ces eaux laissent déposer un limon jaunâtre, avec lequel le doct. Peez prépare un savon brun, qu'il appelle savon mathaque, et que l'on prétend avoir de grandes vertus toniques et résolutives.

On compte 12 sources à Wisbaden, leur température est de 63 à 65° R. Le volume d'eau qu'elles fournissent est très-considérable.

5. *Analyse de l'EAU SALÉE nouvellement découverte à Mézières; par M. Wahart Durieme. (Jour. de ph., 1827, p. 627.)*

Un trou de sonde de 140 mètres de profondeur, percé à 3 myriamètres de Mézières, a fait jaillir une source salée, dans laquelle j'ai trouvé:

## Substances anhydres.

Chlorure de sodium . . .	0,00467
Chlorure de magnésium . . .	0,00107
Sulfate de soude . . . . .	0,00291
Sulfate de chaux . . . . .	0,00079
Bi-carbonate de chaux . . .	0,00045
Sels magnésiens . . . . .	trace.

Point d'iode . . . . . 0,00989

6. *Sur l'EAU-MÈRE des salines de Salins : procédé pour en extraire le brôme ;* par M. Desfosses. (J. de Pharm., 1827, p. 252.)

Cette eau marque 33° à l'aréomètre : sa densité est de 1,1271. Elle contient :

## Substances anhydres.

Muriate de magnésium . . .	0,0627
Muriate de soude . . . . .	0,1841
Sulfate de soude . . . . .	0,0581
Sulfate de magnésie . . . . .	0,9131
Chlorure et bromure de potassium . . . . .	0,0100
Iode . . . . .	trace.

0,3280

On peut en extraire facilement du brôme par le procédé suivant : on la sursature avec un lait de chaux, on filtre, on évapore les liqueurs jusqu'à ce qu'elles soient réduites au 10<sup>e</sup>. du volume de l'eau-mère ; on ajoute au résidu de l'acide muriatique et du peroxide de manganèse ; on distille, et l'on reçoit les vapeurs de brôme qui se dégagent dans de l'eau entretenue à une température très-basse. On peut encore diminuer le volume du résidu en décomposant le muriate de chaux qu'il contient par le sulfate de soude. 30 livres d'eau-mère de Salins, traitées de cette manière, m'ont fourni 1 gros de brôme.

7. *Analyses de l'EAU MINÉRALE de Bourbonne-les-Bains ;* par M. Desfosses et M. le Dr. Roumier. (J. de Pharm., 1827, p. 533.)

Cette eau contient :

Chlorure de sodium . . . . .	0,005352
Chlorure de calcium . . . . .	0,000081
Bromure et chlorure de potassium . . . . .	0,000069
Sulfate de chaux . . . . .	0,000721
Carbonate de chaux . . . . .	0,000158
Sels de magnésie et mat. extractive . . . . .	trace.

0,006381

et en outre 3 centilitres

Oxigène . . . . . 3 centilitres

Azote . . . . . 13

Acide carbonique . . . . . 13

Muriate de soude . . . . . 29 par litre.

Muriate de soude . . . . . 29 par litre.

Quand on traite les sels par l'alcool, tout le bromure et tout le chlorure de potassium se dissolvent.

8. *Analyse de l'EAU du lac de Genève ;* par M. Tingry. (An. de Chim. 36, p. 251.)

La densité de l'eau du lac est à peu près de 1,00015 à 4°. L'analyse faite sur 24475 grammes a donné :

Carbonate de chaux . . . . .	18,720
Carbonate de magnésie . . . . .	0,162
Muriate de magnésie . . . . .	0,212
Sulfate de chaux . . . . .	0,861
Sulfate de magnésie . . . . .	0,848
Argile siliceuse . . . . .	0,040

Total . . . . . 38,8530

ce qui revient à 0,000164 ou  $\frac{1}{6000}$ . L'eau contient en outre 3 centilitres  $\frac{1}{4}$  par litre de gaz,

composé principalement d'air contenant plus d'oxygène que l'air atmosphérique.

9. *Sur la formation d'une EAU SULFUREUSE*; par M. Henry fils. (J. de Pharm., 1827, p. 493.)

J'ai déjà plusieurs fois, au sujet des eaux sulfureuses, rappelé l'opinion émise par différents chimistes, que les sulfates dissous, mis en contact avec des matières organiques, donnent naissance à des sulfures, et, par suite, à des eaux hépatiques. Ce fait se présente d'une manière évidente dans l'eau de Billazi, village du département des Deux-Sèvres.

Il y a à Billazi plusieurs sources, qui, la plupart, se mêlent avec l'eau d'un lavoir. L'eau pure des sources contient :

Chlorure de sodium . . . . .	0,000165
Chlorure de magnésium . . . . .	0,000080
Sulfate de soude . . . . .	0,000097
Sulfate de magnésie . . . . .	0,000060
Sulfate de chaux . . . . .	0,000280
Carbonate de chaux . . . . .	0,000260
Carbonate de magnésie . . . . .	0,000021
Peroxyde de fer . . . . .	0,000020
Silice et alumine . . . . .	0,000080
Matière organique . . . . .	trace.
	0,001063

Après sa sortie du lavoir, la même eau renferme :

Chlorure de sodium . . . . .	0,000167
Chlorure de potassium et de magnésium . . . . .	trace.
Hydrosulfate de soude . . . . .	0,000063
Hydrosulfate de chaux . . . . .	0,000039
Bi-carbonate de soude anhydre . . . . .	0,000207
Carbonate de chaux . . . . .	0,000430
Carbonate de magnésie, phosphate . . . . .	trace.

Silice et alumine . . . . .	0,000120
Sulfure de fer . . . . .	trace.
Matière organique . . . . .	0,000200
Acide carbonique libre . . . . .	0,000020
Acide hydrosulfurique libre . . . . .	0,000011

0,001257

10. *Sur la composition chimique des CENDRES DE TABAC*; par M. Payen. (An. de l'indust., 1827, p. 27.)

Ces cendres contiennent, terme moyen, 0,35 de sels solubles et 0,65 de matières insolubles. Une analyse a donné :

Carbonate de chaux . . . . .	0,12
Phosphate de chaux . . . . .	0,06
Silice . . . . .	0,12
Chlorure de potassium et de sodium . . . . .	1,00
Sulfate de potasse . . . . .	0,28
Carbon. de potasse, fer, etc. . . . .	0,03

11. *Mémoire sur les MINÉRAUX PARASITES*; par M. W. Haidinger. (Trans. d'Édimb., t. 10.)

Je donne le nom de *minéraux parasites*, ou de *formation parasite des cristaux*, aux minéraux qui naissent par un changement graduel de composition, les formes extérieures restant les mêmes. On connaissait déjà, depuis long-temps, quelques changements de cette nature, les uns décrits sous le nom de *pseudo-morphoses*, les autres sous celui d'*épigénies*. Mais la plupart de ceux que je fais connaître dans ce mémoire sont le résultat de mes propres observations. J'ai préféré l'expression de *parasite* à toute autre, parce qu'elle rend mieux l'idée du remplacement de

certain éléments d'un minéral par d'autres pour former un nouveau composé.

Changemens  
dans les mi-  
néraux  
ayant la  
même com-  
position.

I. Le sulfate de zinc cristallise sous deux formes incompatibles suivant les circonstances dans lesquelles la cristallisation s'opère. Lorsque la solution n'est pas assez concentrée pour qu'il se forme une pellicule cristalline à la surface et que la température est au-dessous de 126° de Fahrenheit (52 centigrades), on obtient des cristaux dérivés d'une pyramide à quatre faces scalènes, dans laquelle les trois axes sont perpendiculaires entre eux. Lorsque la température est plus élevée, les cristaux qui se déposent dérivent d'une pyramide à quatre faces scalènes, dans laquelle l'axe est incliné sur la base. La composition chimique de ces deux espèces est la même; elle est représentée par  $ZnS^2 + 14Ag$ .

Quand un cristal du sel appartenant au premier système cristallin est chauffé à une température plus élevée que 126° Fahrenheit, on a observé que certains points de sa surface deviennent opaques; de ces points divergent des groupes de cristaux qui appartiennent à l'autre système du sulfate de zinc; bientôt le changement est complet. Il ne s'échappe pas d'eau pendant cette transformation, circonstance qui prouve l'identité de composition des deux espèces.

Le sulfate de magnésie, dont la base est isomorphe avec l'oxide de zinc, donne des résultats analogues.

Changemens  
dans les mi-  
néraux con-  
tenant du  
cuivre.

L'aragonite, lorsqu'elle est exposée à la chaleur, devient opaque et se divise spontanément en une multitude de petits fragmens avant la déperdition d'aucune portion de son acide carbonique, il est très-probable qu'elle est transformée

alors en spath calcaire, qui occupe un espace plus grand que l'aragonite dans la proportion de 29 à 27.

II. La chaux sulfatée épigène de Haüy est, comme on sait, de l'anhydrite changée en gypse par la combinaison d'une certaine quantité d'eau. Les fissures parallèles au clivage de l'anhydrite que présente la chaux sulfatée épigène ne sont pas des raisons suffisantes pour renier les deux espèces; et au contraire, dans ces fissures, et plus distinctement encore dans d'autres qui traversent la masse dans différentes directions, il s'est formé des cristaux de gypse.

Changemens  
dépendant  
de la présen-  
ce de l'eau.

Certains sels deviennent délitescens en absorbant de l'eau, d'autres tombent au contraire en efflorescence, en perdant une partie de leur eau de cristallisation. Parmi ces nombreuses décompositions, je citerai l'exemple suivant observé par le professeur Mitscherlich. Les cristaux de l'hydro-protosulfate de fer, dont le système cristallin est semi-prismatique, plongés dans de l'alcool bouillant, furent décomposés en conservant cependant leur forme extérieure. Ces cristaux, retirés du liquide alcoolique, étaient creux dans l'intérieur et tapissés de petits cristaux en prismes à huit faces appartenant au système prismatique. L'analyse de ces cristaux apprit qu'ils contenaient exactement la moitié de l'eau qui entrait dans la composition des premiers.

III. Il existe des cristaux de cuivre carbonaté bleu de Chessy, composés de malachite fibreuse. J'ai observé des passages successifs qui ne permettent pas de douter que le changement de nature ne soit progressif et que les cristaux ne soient originairement à l'état de carbonate bleu.

Changemens  
dans les mi-  
néraux con-  
tenant du  
cuivre.

Pendant cette décomposition, le carbonate bleu perd une petite portion de son acide carbonique, qui est remplacé par une petite quantité d'eau.

Les cristaux octaèdres de cuivre oxidulé présentent un changement analogue; leur surface se change en une pellicule de carbonate vert fibreux. Le plus ordinairement la décomposition n'est pas parfaite, et il reste un noyau de cuivre oxidulé; mais cependant il en existe quelques-uns où elle est complète.

Le cuivre métallique et sur-tout le bronze présentent des changemens intéressans. J'ai vu un fragment de vase égyptien conservant encore sa forme primitive, qui est transformé presque complètement en petits cristaux octaèdres de cuivre oxidulé, dont quelques-uns sont très-visibles: ces cristaux se désagrègent facilement entre les doigts. Le docteur John Davy, pendant un voyage qu'il fit aux îles Ioniennes, vit une armure antique qui présentait des changemens analogues; il s'était formé du carbonate, du muriate, de l'oxidule et de l'oxide de cuivre, et en outre de l'oxide d'étain et du cuivre pur. Il attribue ces mouvemens intérieurs des molécules à l'action électro-chimique, et en effet le cuivre natif ne présente jamais ces transformations.

Le cuivre sulfuré prismatique et les pyrites de cuivre sont sujets à des changemens successifs dans leur composition, tandis que leurs formes restent les mêmes. Il y a des cristaux en prismes à six faces appartenant au cuivre sulfuré, qui sont en partie transformés à l'état de cuivre panaché, et d'autres en pyrites cuivreuses. La décomposition à lieu par couches, à partir de la

surface; quelquefois elle est complète, et l'on n'aperçoit dans la cassure que du cuivre panaché ou du cuivre pyriteux. Dans d'autres cas, le cuivre sulfuré est changé en cuivre oxidé noir; souvent cette décomposition n'est que partielle, et il existe seulement une couche d'oxide noir sur la surface des cristaux; quand elle est complète, les cristaux perdent leur forme et ne sont plus que des masses terreuses noires.

IV. On a rapporté du Brésil des cristaux octaèdres appartenant à un minéral de fer particulier. Leur forme semblait devoir les faire regarder comme étant du fer oxidulé, tandis que la couleur de leur poussière, qui est rouge, ne pouvait s'accorder avec cette supposition. En examinant avec soin les cristaux, on reconnut qu'ils étaient composés d'une agglomération de petits cristaux rhomboédriques analogues à la forme du fer oligiste. Un échantillon, rapporté de Sibérie par le docteur Crichton, a présenté le même phénomène, à l'exception que les rhomboèdres étaient peu discernables. Enfin, M. Allan possède un groupe de cristaux du Vésuve qui explique cette transformation. Il est composé de la réunion de petits rhomboèdres plats, associés dans différens sens de manière à former des octaèdres. Le fer spathique, par son exposition à l'air, passe à l'état de fer oxidé hydraté; lorsque cette décomposition est parfaite, il perd sa forme et présente l'aspect d'une masse terreuse brunâtre. Dans quelques cas, il se forme une géode qui est tapissée d'hématite brune.

L'*ankérite*, qui est un composé de carbonate de fer, présente une décomposition semblable.

Les pyrites ferrugineuses passent aussi à l'état

Changemens  
dans les mi-  
néraux con-  
tenant du  
fer.

d'hydrate; mais elles conservent ordinairement leur forme primitive.

Changemens dans les minéraux contenant du plomb.

V. Le minéral appelé *minium natif* est probablement le produit de la décomposition du sulfure ou du carbonate de plomb. Pour concevoir le changement qui a lieu dans le dernier cas, nous devons supposer qu'un des atomes du carbone contenu dans le carbonate de plomb s'échappe à l'état d'oxide carbonique, tandis que l'autre s'échappe à l'état d'oxide de carbone, un atome d'oxigène étant employé à convertir l'oxide jaune du carbonate de plomb à l'état d'oxide rouge.

Le plomb sulfuré hexaèdre, composé d'un atome de plomb et de deux atomes de soufre, est transformé en sulfate de plomb, dans lequel le plomb et le soufre sont dans les mêmes proportions. La forme originaire du plomb sulfuré n'est pas toujours reconnaissable, quoiqu'il n'y ait pas de doute que souvent les cristaux de plomb sulfaté doivent leur origine à cette décomposition.

M. de Weissenbach de Freiberg a observé des échantillons de sulfure de plomb provenant de la mine dite *Unverhofft glück un der Achte*, qui étaient transformés en un mélange de carbonate et de phosphate. On y observait bien encore la forme de l'octaèdre, mais les cristaux étaient composés de la réunion de petits cristaux blancs et verts.

Le *plomb bleu* ou plomb sulfuré épigène de Haüy est le produit de la transformation du plomb phosphaté en plomb sulfuré. Quelquefois le nouveau minéral est compacte, mais le plus ordinairement il présente le clivage cubique propre à la galène. Dans quelques exemples, ses

lames sont tellement associées, que le clivage est parallèle aux faces du prisme à six faces.

VI. La composition chimique des oxides de manganèse n'est pas encore assez certaine pour qu'on puisse établir clairement les changemens que ces oxides éprouvent. Cependant, on remarque que les cristaux prismatiques d'oxide de manganèse donnent ordinairement une poussière grise, que leur pesanteur spécifique varie entre 43 et 44 et que leur dureté est au moins celle du spath-fluor. Mais j'ai vu des cristaux de même forme donnant une poussière noire, dont la pesanteur spécifique était de 47 et la dureté moindre que celle de la chaux carbonatée. Cette dernière variété forme souvent une croûte autour de la première. M. le professeur Gmelin a également reconnu que des masses cristallines de manganèse oxidé hydraté avaient, par la perte de l'eau et par l'absorption de l'oxigène, donné de l'oxide noir.

Changemens dans les minéraux contenant du manganèse.

VII. L'espèce désignée sous le nom de baryto-calcite, composée d'un atome de carbonate de chaux et d'un atome de carbonate de baryte, passe quelquefois à l'état de sulfate de baryte, en conservant la forme de la première substance.

Changemens dans les minéraux contenant de la baryte.

Le carbonate de baryte ou withérite présente aussi différens degrés de décomposition analogues: ainsi il n'est pas rare de voir la surface d'un échantillon de cette espèce passer à l'état de sulfate, et on y remarque même quelquefois des petits cristaux de cette dernière substance qui la recouvrent.

VIII. L'antimoine natif absorbe de l'oxigène et se couvre d'une croûte terreuse blanchâtre d'oxide d'antimoine. Le sulfure d'antimoine dont

Changemens dans les minéraux contenant de l'antimoine.

le système cristallin est prismatique, et qui est composé d'un atome de métal et de trois atomes de soufre, est transformé par la décomposition en une masse terreuse, opaque, jaunâtre, qui contient encore du sulfure, mais qui renferme en outre de l'eau et de l'oxide d'antimoine. En général, cette décomposition est partielle et n'altère pas la forme; lorsqu'elle est complète, la forme disparaît comme pour le fer spathique.

Changemens  
dans les  
pierres, etc.

IX. L'andalousite présente, d'après les observations du professeur Mohs, un exemple de ces transformations. Sa pes. spéc. est ordinairement de 35, tandis que l'andalousite grise ne pèse que 32, et il a reconnu que les cristaux gris sont composés d'une infinité de petits cristaux de disthène placés dans différens sens, mais assez grands cependant pour qu'on puisse y distinguer le clivage. Le disthène est composé d'un atome de silice et de deux atomes d'alumine. L'andalousite contient 85 pour 100 de ces deux substances dans les mêmes proportions, et, de plus, 35 de trisilicate de potasse.

M. Allan possède dans son cabinet plusieurs échantillons de trapp, dans lesquels des cristaux appartenant à l'analcime sont entièrement composés d'une agrégation de petits cristaux de prehnite.

J'ai déjà décrit des cristaux ayant la forme du scheelin calcaire, qui étaient entièrement composés de scheelin ferrugineux.

L'*hiatoryte*, substance nouvellement découverte, a déjà été l'objet d'hypothèses contradictoires. M. Lévy la regarde comme ayant la même forme que l'espèce à laquelle il a donné le nom de Humboldtite. Tous les autres minéralogistes

qui l'ont examinée ont prononcé que c'était de la calcédoine. D'après le docteur Brewster, il paraît trait que c'est de la datholite qui a échangé sa chaux et son acide boracique pour de la silice. Comme on n'a pas encore trouvé d'échantillons dans lesquels il reste une certaine quantité de la substance que l'on suppose avoir été décomposée, il est impossible de s'assurer des progrès de cette décomposition.

La chaux carbonatée est une des espèces sur lesquelles l'atmosphère exerce une plus grande action: aussi voit-on souvent des cristaux de cette substance en partie détruits. Souvent il ne reste qu'un squelette calcaire conservant la forme originaire du cristal, l'intérieur étant entièrement creux. Quelquefois cet intérieur est en partie rempli par d'autres cristaux. Il n'est pas rare de voir des cristaux de spath brunissant remplis ces cavités, qui présentent, dans quelques cas, une surface corrodée comme elle l'aurait été par l'action d'un acide.

La calamine du Sommersetshire, qui se trouve sous la forme de cristaux métastatiques appartenant à la chaux carbonatée, paraît, dans certains exemples, avoir remplacé graduellement la chaux et non s'être déposée dans un moule qui aurait eu cette forme.

Le quartz remplace habituellement les cristaux de chaux carbonatée, de chaux fluatée et de gypse; on suppose généralement que les cristaux de ces différentes substances ayant été décomposés, la silice s'y est déposée comme dans un moule, et a donné naissance à des pseudomorphoses; mais je pense qu'il est plus probable que ce remplacement a eu lieu par une décomposition

successive et analogue à celle que j'ai indiquée pour les autres espèces décrites dans ce mémoire.

C'est encore à de semblables décompositions que l'on doit attribuer les masses terreuses verdâtres du Tyrol et de la Transylvanie, qui se présentent sous la forme du pyroxène, et différentes espèces de stéatite provenant de Sibérie, affectant les formes du grenat, du feldspath et d'autres espèces minérales.

52. *Observations sur la forme cristalline de la GAY-LUSSITE*; par M. W. Philips. (Phil. mag., 1827, p. 263.)

J'ai eu entre les mains un cristal régulier de gay-lussite, qui m'a permis de déterminer sa forme primitive. Cette forme est un prisme rhomboïdal oblique, dont les bases reposent sur l'angle aigu, dans lequel le petit angle des pans est de  $68^{\circ}, 50'$ , et dont la face terminale fait, avec les faces latérales antérieures, un angle d'environ  $96^{\circ}, 30'$ .

13. *PÉTROSILEX rose de Sahlberg en Suède*; par M. P. Berthier. (An. de Ch., t. 36, p. 19.)

On regarde comme étant du feldspath compacte plus ou moins pur, et l'on confond sous la dénomination de *pétrosilex*, toutes les pierres dont la cassure est cireuse, et qui jouissent comme le feldspath de la propriété de se fondre en émail blanc au chalumeau; cependant le vague de ces caractères devait naturellement faire soupçonner que tous les minéraux qui les possèdent ne sont pas identiques. En effet, l'aspect de la cassure varie à l'infini dans les diverses va-

riétés d'une même espèce et selon les circonstances sous l'influence desquelles l'agrégation s'est produite; et quant à la propriété de se fondre en émail blanc, on sait qu'elle peut appartenir à une multitude de combinaisons différentes; car l'émail blanc n'est pas un composé d'une nature particulière, mais bien une manière d'être que divers composés très-différens peuvent prendre.

Il est certain que beaucoup de pétrosilex ne sont autre chose que du feldspath compacte; mais la composition du pétrosilex de Sahlberg, qui diffère totalement de celle de ce minéral, va nous faire voir que c'est à tort que l'on considère tous les pétrosilex comme appartenant à une même espèce, et donnera un exemple de l'inconvénient de ces dénominations mal définies dont la science minéralogique est encore embarrassée, et qui ne servent qu'à induire en erreur ou à nous faire illusion sur ce que nous ignorons.

Le pétrosilex de Sahlberg est compacte, homogène; sa cassure est cireuse, à grains très-fins; sa couleur est le rose de chair foncé; il est fortement translucide; il est susceptible de recevoir un beau poli, aussi en voit-on, dans la plupart des grandes collections, des plaques qui prennent rang auprès des pierres polissables les plus précieuses. On peut le fondre au chalumeau en émail blanc, mais il faut remarquer cependant qu'il est beaucoup moins fusible que le feldspath. Quand on le calcine à une forte chaleur blanche, il ne se ramollit pas et ne change ni de couleur ni d'aspect; mais si on le soumet à la température élevée d'un four à porcelaine, dans un creuset brasqué de charbon, les morceaux se collent ensemble et leurs angles s'arrondissent, ce

qui annonce un commencement de fusion : les morceaux, de rouges qu'ils étaient, deviennent d'un blanc de lait, et ils ressemblent parfaitement à de la calcédoine. Dans cette opération, la perte de poids n'est que d'un demi-centième tout au plus, et elle doit être attribuée à de l'eau hygrométrique.

J'ai analysé de diverses manières plusieurs échantillons de la pierre de Sahlberg, le résultat a toujours été le même, et tel qu'il suit :

Silice. . . . .	0,795	contenant	oxigène	0,4130	
Alumine. . . . .	0,122			0,0563	
Soude. . . . .	0,060			0,0150	} 0,756
Magnésie. . . . .	0,011			0,0043	
Oxide de fer. . . . .	0,005				
				0,993	

On a recherché la potasse sans en trouver la moindre trace.

Les composans principaux du pétrosilex de Sahlberg sont les mêmes que ceux de l'albite ou feldspath à soude ; mais ils ne s'y trouvent pas à beaucoup près dans les mêmes proportions ; car, dans l'albite, l'oxigène de la silice équivaut à trois fois l'oxigène de l'alumine et de la soude, tandis que dans la pierre de Sahlberg ce rapport est presque de 6 à 1. En calculant exactement les quantités d'oxigène contenues dans la magnésie, la soude, l'alumine et la silice, on trouve qu'elles sont entre elles à très-peu près comme les nombres 1, 4, 15 et 110 : cela conduit à la formule  $MS^4 + 4NS^4 + 15AIS^6$ , ou, en considérant la magnésie et la soude comme se suppléant réciproquement, à la formule très-simple (MN)  $S^4 + 3AIS^6$ .

Dans ce minéral comme dans l'albite et dans le feldspath, l'alumine renferme trois fois autant d'oxigène que les bases alcalines ; mais la proportion de la silice est beaucoup plus considérable. Peut-être sera-t-on tenté, d'après cela, de considérer le pétrosilex de Suède comme un mélange d'albite et de quartz ; mais je regarde cette supposition comme tout-à-fait inadmissible, d'abord parce que la pierre est homogène dans toutes ses parties et qu'elle jouit d'une grande translucidité, et, en second lieu, parce que la silice s'y trouve dans un rapport atomique simple avec les bases. Je crois donc qu'elle doit être séparée de la famille des feldspaths, et prendre rang dans la méthode comme espèce particulière.

14. *Recherches chimiques sur la TOURMALINE* ; par M. G. Gmelin. (Aus den Wurtemb. naturwissenschaft abhandl. I, p. 225. )

Jusqu'à l'année 1818, on n'avait fait que des essais infructueux pour expliquer les caractères qui distinguent la tourmaline des autres minéraux. Breithaupt chercha à prouver, d'après des considérations théoriques, que l'acide borique était un principe constituant de ce minéral. Suivant lui, la boracite, la tourmaline, l'anatase, l'axinite, appartiennent à une même famille, qu'il a appelée *la famille des schorls*, quoique ces espèces minérales n'aient pas le même système cristallin. A sa prière, Lampadius rechercha l'acide borique dans la tourmaline et l'axinite, et y fit en effet la découverte de cet acide, qui fut bientôt constatée par les chimistes. Cependant il est incontestable que la première découverte de

l'acide borique dans la tourmaline appartient à un apothicaire de Brünn, nommé Petke. Il avait trouvé, dès l'année 1804, 6 pour 100 d'acide borique dans le schorl rouge de la montagne Hradisko, près de Rôsna. Au reste, il n'est pas étonnant que l'acide borique ait long-temps échappé aux recherches des chimistes. S'il n'est pas difficile de le découvrir lorsqu'il est en grande quantité dans un minéral, il l'est beaucoup de le doser exactement. On ne connaît aucun sel de cet acide qui soit complètement insoluble dans l'eau, et l'on sait qu'il se volatilise avec l'eau et l'alcool. Aussi Berzelius et l'auteur de ce Mémoire n'avaient-ils point réussi à trouver l'acide borique dans la tourmaline de Kåringbricka en Suède, dans laquelle il existe cependant.

Dans les analyses qui suivent, on s'est toujours servi du procédé qui va être décrit pour doser l'acide borique.

Le minéral réduit en poudre fine a été mêlé avec du carbonate de baryte et chauffé fortement. La masse a ensuite été traitée par une quantité d'acide muriatique suffisante pour tout dissoudre, et la dissolution évaporée sur un bain de sable jusqu'à siccité. Je m'étais assuré, par des expériences directes, qu'à cette température la quantité d'acide borique qui se volatilise est si petite, qu'on peut la négliger sans erreur sensible. La silice a été obtenue de la manière accoutumée en traitant par l'eau le résidu de l'évaporation. On a versé du carbonate d'ammoniaque dans la liqueur, et après l'avoir filtrée et évaporée à sec, on a chauffé graduellement le résidu jusqu'au rouge faible. De cette manière, on n'a pu perdre d'acide borique, puis-

qu'il était combiné avec l'ammoniaque, et que pendant la calcination au rouge il ne pouvait se développer aucune vapeur aqueuse acide, comme dans la décomposition du sulfate d'ammoniaque. Le résidu, après avoir été pesé, a été arrosé avec de l'alcool mêlé d'un peu d'acide muriatique, et l'alcool séparé, on y a mis le feu. On a répété la même opération jusqu'à ce qu'on n'ait plus aperçu la moindre trace de vert autour de la flamme. On a ainsi obtenu tout l'acide borique qui avait été combiné avec l'ammoniaque, et qui en avait ensuite été séparé par la chaleur. Le résidu, rougi de nouveau et pesé, a fait connaître, par sa perte de poids, la quantité d'acide borique.

Quoique ce procédé d'analyse me paraisse bon, je ne regarde cependant les quantités d'acide borique que j'ai trouvées que comme des approximations. Le procédé qui consisterait à séparer l'acide borique au moyen du spath-fluor et de l'acide sulfurique me paraît encore plus incertain que celui que j'ai employé. Je regarde, au contraire, le procédé suivant comme méritant d'être employé sous plusieurs rapports. On fait rougir le minéral avec du carbonate de soude; on traite la masse par l'eau, et on sépare la silice et l'alumine par digestion avec le carbonate d'ammoniaque. On sursature d'acide sulfurique la masse évaporée à sec, on dissout l'acide borique par l'alcool, on sature avec l'ammoniaque, on évapore et on fait rougir. Cependant il se dégage durant la calcination une vapeur aqueuse acide, qui peut produire une perte en acide borique.

Je divise les tourmalines en trois groupes :  
1°. tourmalines qui contiennent de la lithine;

2°. tourmalines qui contiennent de la potasse ou de la soude, ou les deux ensemble, sans lithine et sans une quantité remarquable de magnésie; 3°. tourmalines qui contiennent une quantité considérable de magnésie, avec un peu de potasse ou de potasse et de soude. La quantité du fer varie considérablement; quelques tourmalines en contiennent à peine une trace, tandis que d'autres en contiennent beaucoup. On aurait pu partir de cette différence pour faire de nouvelles divisions; mais il eût été difficile de tracer les limites, et je n'ai pas jugé nécessaire de m'en occuper.

*Tourmalines qui contiennent de la lithine.* Trois espèces ont été analysées: I. Tourmaline rouge de Rösna en Moravie; densité, 2,96 à 3,02. II. Tourmaline rouge de Perm en Sibérie; densité, 3,059 à 10°. III. Tourmaline d'un vert céladon du Brésil; densité, 3,079 à 10°.

	I.	II.	III.
Acide borique. . . . .	5,74	4,18	4,59
Silice. . . . .	42,13	39,37	39,16
Alumine. . . . .	36,43	44,00	40,00
Oxidule-oxide de fer. . . . .	.....	.....	5,96
Oxide de manganèse. . . . .	6,52	5,02	2,14
Chaux. . . . .	1,20		
Potasse. . . . .	2,41	1,29	
Lithine. . . . .	2,04	2,52	3,59 avec potasse.
Substances volatiles. . . . .	1,31	1,58	1,58
	97,58	97,96	97,02

*Tourmalines qui contiennent de la potasse ou de la soude, ou les deux ensemble, sans lithine et sans une quantité remarquable de magnésie.* Les

espèces suivantes ont été analysées: I. Tourmaline noire de Bovey en Devonshire, qu'on trouve avec du quartz et du phosphate de chaux; densité, 3,246 à 10°. II. Tourmaline noire d'Eibensstock en Saxe; densité, 3,125 à 10°. III. Tourmaline verte de Chesterfield, dans l'Amérique du Nord; densité, 3,102 à 10°.

	I.	II.	III.
Acide borique. . . . .	4,11	1,89	3,88
Silice. . . . .	35,20	53,05	38,80
Alumine. . . . .	35,50	38,23	39,61
Oxidul. ox. de fer. . . . .	17,86	.....	7,43
Protoxide de fer. . . . .	.....	23,86	
Oxide de mangan. . . . .	0,43 avec magnés.	.....	2,88(2)
Magnésie. . . . .	0,70 avec mangan.		
Chaux. . . . .	0 55	0,86	
Soude. . . . .	2,09	3,17(1)	4,95
Perte au feu. . . . .	.....	0,45	0,78
	96,44	101,51	98,33

*Tourmalines qui contiennent une quantité considérable de magnésie.* Quatre espèces ont été analysées. I. Tourmaline noire de Kåringbricka, province de Westmanland en Suède; densité, 3,044 à 12°. II. Tourmaline noire de Rabenstein en Bavière; densité, 3,113 à 16°. III. Tourmaline noire du Groenland; densité, 3,062 à 7°. IV. Tourmaline d'un brun foncé, dans le schiste micacé du Saint-Gothard.

(1) Avec potasse et traces de magnésie.

(2) Avec traces de magnésie.

	I.	II.	III.	IV.
Acide borique. . . . .	3,83	4,02	3,63	4,18
Silice. . . . .	37,65	35,48	38,79	37,81
Alumine. . . . .	33,46	34,75	37,19	51,61
Magnésie. . . . .	10,98	4,68	5,86	5,99
Oxidule-oxide de fer. .	9,38	17,44	5,81	7,77
Oxide de manganèse. . .	...	1,89	traces.	1,11
Potasse. . . . .	2,55	0,48	0,22	1,20
Soude. . . . .		1,75	3,13	
Chaux. . . . .	0,25	traces.	...	0,98
Perte au feu. . . . .	0,00	...	1,86	0,24
	98,11	100,49	96,48	90,89

La perte, dans la dernière analyse, est considérable, et je ne sais à quoi l'attribuer, puisque j'ai mis dans cette analyse tout le soin possible. J'avoue que la Tourmaline du Saint-Gothard mérite un nouvel examen, d'autant plus que Bucholz, dans l'analyse du même minéral, a éprouvé une perte encore plus considérable.

Je me suis aussi servi, pour reconnaître la présence de l'acide borique, du procédé décrit par le Dr. Turner, lequel consiste à mêler, à peu près à parties égales, la poudre du minéral avec un flux composé de 1 partie de spath-fluor et 4 et demie de bi-sulfate de potasse, et à la fondre au chalumeau sur le fil de platine. Au moment de la fusion, la flamme prend une couleur verte, mais elle la perd aussitôt. J'ai découvert facilement, par ce procédé, l'acide borique dans toutes les tourmalines; quant à l'anatase, il m'a été impossible d'y réussir. Je ne doute nullement, d'après l'intensité de la couleur verte de la flamme, que la lépidolithe de Rôsna et d'Utö,

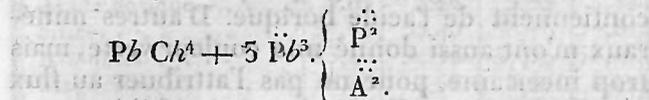
la pinite de la vallée de Mulde, près de Penig, et le mica d'un granite graphique de Sibérie, ne contiennent de l'acide borique. D'autres minéraux m'ont aussi donné une couleur verte, mais trop incertaine pour ne pas l'attribuer au flux employé, qui en effet en donne une faible quand on le chauffe dans l'obscurité. Plusieurs minéraux traités par la voie humide, d'après les indications du chalumeau pour déterminer la quantité d'acide borique qu'ils étaient supposés contenir, en ont donné effectivement, mais trop peu pour l'apprécier à la balance: tels sont le mica argentin (*silberfarbenen*) de Fahlun et la pinite de la vallée de Mulde. J'attribue en grande partie la perte de 4 pour 100, que j'avais trouvée précédemment dans l'analyse de la lépidolithe, à la présence de l'acide borique.

15. *Sur la composition de l'APATITE*; par M. G. Rose. (An. der Chem., 1827.)

Les apatites, analysées par Klaproth et par M. Vauquelin, ont donné des résultats si semblables entre eux et tellement d'accord avec la théorie des proportions définies, que M. Berzelius, en examinant les phosphates, n'a pas cru devoir répéter l'analyse de l'apatite, et qu'il a considéré ce minéral comme un phosphate de chaux basique, dont la composition est  $\text{Ca}^3 \text{P}^2$ .

Plus tard, Woehler a montré que l'acide muriatique que Klaproth et Rose avaient trouvé dans quelques phosphates et arsénates de plomb en était un élément constant, et que ces minéraux étaient composés de 1 atome de chlorure de plomb et de 3 atomes de sous-phosphate ou

d'arséniate de plomb, composition qui peut être présentée par la formule :

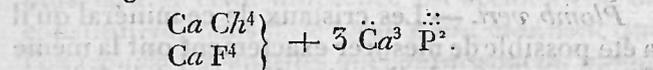


Depuis, ayant eu occasion de mesurer des cristaux de plomb arséniaté de Johann Georgenstadt, je fus frappé de la coïncidence de leurs angles avec ceux de l'apatite, et je soupçonnai que le plomb phosphaté et arséniaté (Grün- und Braunbleierz) était isomorphe avec ce minéral, qui, dans ce cas, devait aussi contenir de l'acide muriatique. C'est en effet ce que j'ai trouvé pour un grand nombre d'apatites que j'ai examinées, en les dissolvant dans l'acide nitrique et en les essayant avec le nitrate d'argent; mais la quantité d'acide muriatique a été très-variable, et j'ai reconnu qu'elles contenaient de l'acide fluorique, et en quantité d'autant plus grande qu'elles renfermaient moins d'acide muriatique; et par là il m'a paru vraisemblable que ces deux acides étaient isomorphes, et qu'ils se remplaçaient, comme l'acide arsénique et l'acide phosphorique dans les plombs arséniatés et phosphatés.

Quoique j'aie analysé un très-grand nombre d'apatites, je n'en ai trouvé aucune qui ne contint de l'acide fluorique. M. Berzelius dit que le fluaté de potasse et celui de soude cristallisent en cubes et en octaèdres réguliers, comme les muriates des mêmes bases; mais on n'a aucune preuve que ce fait soit décisif pour l'isomorphisme du chlore et du fluor, puisque les formes des systèmes réguliers appartiennent aux composés les plus différens. Le fluaté de peroxide de mercure cristallisant, suivant M. Berzelius, en cristaux

prismatiques, j'ai cherché à en comparer la forme à celle du perchlorure de mercure; mais les cristaux que j'ai obtenus étaient trop petits et leurs faces trop peu éclatantes pour me permettre de les mesurer.

Néanmoins, si l'on se rappelle la grande ressemblance des combinaisons du chlore avec celles du fluor, il deviendra extrêmement vraisemblable que ces deux corps sont isomorphes. En admettant cette supposition, les apatites seraient composées de 1 atome de chlorure ou de fluorure de calcium, ou de 1 atome de leur mélange, avec 3 atomes de phosphate de chaux basique, et leur formule générale serait :



Par conséquent, lorsqu'on connaîtra la proportion du chlore, qu'il est toujours très-facile de déterminer avec exactitude, on pourra en conclure celle du fluor, qu'il est au contraire très-difficile de connaître par l'expérience, puisqu'elle doit en être le complément pour former un atome. Cette règle s'est trouvée confirmée par les résultats d'un grand nombre d'analyses.

Les résultats qui suivent ont pour objet de faire connaître seulement la quantité de chlorure et de fluorure de calcium dans chaque apatite examinée: le complément à 100 sera la quantité de sous-phosphate de chaux. On a négligé le peu de fer et de manganèse que contiennent quelques espèces, comme étant tout-à-fait accidentel.

	Chlorure de calcium.	Fluorure de calcium.	Densité
Apatite de Snarum en Norvège. de Cabo de Gata en Es- pagne. . . . .	4,280	4,590	5,174
d'Arendal. . . . .	0,885	7,049	3,255
de Greiner dans le Ty- rol. . . . .	0,801	7,010	3,194
de Faldigl dans le Ty- rol. . . . .	0,150	7,690	3,175
du Saint-Gothard. . . . .	0,100	7,620	3,166
d'Ehrenfriedersdorf. . . . .	0, trac.	7,690	3,197
	<i>id.</i>	7,690	3,211

*Plomb vert.* — Les cristaux de ce minéral qu'il a été possible de mesurer exactement ont la même forme que ceux de l'apatite. Un cristal de Johann Georgenstadt a donné, pour l'inclinaison de deux faces terminales opposées,  $99^{\circ}, 2' 30''$ ; le plomb phosphaté brun de Bleistadt en Bohême,  $99^{\circ}, 25'$ ; il ne contenait point une quantité notable d'arsenic, et il était essentiellement composé de chlorure et de phosphate de plomb. Un autre phosphate brun de Mies en Bohême, qui paraissait semblable au précédent, a donné, pour le même angle,  $98^{\circ}, 13'$ ; mais quoique l'image réfléchie par les faces du cristal ne fût pas très-nette, la différence est trop grande pour être attribuée à cette cause (1).

(1) Le plomb vert de Zschopau ne contient point d'acide arsénique; il a pour densité 7,054; le phosphate blanc du même endroit en contient 2,30 pour 100, et a pour sa densité 7,084. Le plomb vert de Johann Georgenstadt contient 21,20 d'acide arsénique, et sa densité est 7,263.

Néanmoins, en comparant ces angles à ceux analogues de l'apatite, qui sont :

Pour l'apatite d'Ehrenfriedersdorf. . .  $99^{\circ}, 23'$ ;  
du Saint-Gothard. . .  $99^{\circ}, 26'$ ;  
de Cabo de Gata. . . .  $99^{\circ}, 32'$ ;

l'isomorphisme des deux minéraux paraîtra évident, et on pourra représenter leur composition par une formule analogue. Leur différence consiste en ce que dans l'apatite c'est la chaux qui sert de base, et que dans le plomb vert c'est l'oxide de plomb. Le fluor manque aussi dans le plomb vert, et réciproquement l'acide arsénique ne se trouve point dans l'apatite. On saura plus tard si cette différence est accidentelle ou constitutive; mais il ne serait point étonnant que l'on trouvât des apatites qui contiennent du plomb et de l'arsenic, et des plombs verts qui contiennent du fluor et de la chaux. Au reste, ce n'est pas la première preuve de l'isomorphisme de la chaux et de l'oxide de plomb que nous offrent l'apatite et l'oxide de plomb vert. Déjà Mitscherlich l'avait conjecturé, puisqu'il a montré que les carbonates et les sulfates neutres anhydres des terres et des oxides métalliques se divisent en deux groupes d'après leur forme. A l'un de ces groupes, parmi les carbonates, appartiennent la chaux carbonatée, la chaux carbonatée magnésifère, la chaux carbonatée manganésifère, le manganèse oxidé silicifère; et à l'autre groupe, le plomb, la baryte et la strontiane carbonatés. Parmi les sulfates, la chaux sulfatée anhydre appartient au premier groupe (on ne connaît pas les autres sulfates anhydres de ce groupe), et au second, le plomb, la baryte et la strontiane sulfatés. Ces deux groupes, dans les carbonates,

sont liés par une substance, la chaux, qui appartient au premier groupe comme spath calcaire, et au second comme aragonite; et par là seraient terminées les longues discussions sur la cause de la différence de forme entre ces deux minéraux. Cette explication pouvait paraître douteuse à l'époque où l'aragonite et le plomb carbonaté offraient le seul exemple de l'isomorphie de la chaux et de l'oxide de plomb; mais depuis, Héren a montré que les hypo-sulfates de chaux et de plomb sont isomorphes; Lévy, que les tungstates des mêmes bases le sont aussi, et enfin l'apatite et le plomb vert offrent un nouvel exemple de l'isomorphie de la chaux et de l'oxide de plomb.

Il résulte, de plus, des recherches précédentes que le chlore et le fluor sont isomorphes. La ressemblance des combinaisons analogues de ces deux corps pouvait le faire conjecturer, et l'observation de M. Berzelius, que les fluorures de potassium et de sodium cristallisent comme les chlorures analogues, le rendait plus vraisemblable encore; mais il était nécessaire, pour lever toute espèce de doute, d'observer des cristaux n'appartenant pas à des systèmes réguliers.

Il est à remarquer que les apatites qui contiennent le plus de fluor, comme celles du Saint-Gothard et d'Ehrenfriedersdorf, présentent les formes les plus compliquées. Est-ce que la phosphorescence dans les apatites aurait quelque rapport avec la proportion du fluor? Suivant Haüy, on ne la rencontre que dans les apatites terminées par un plan perpendiculaire à l'axe, et non dans les autres, comme celles d'Espagne.

16. *Analyse de la variété en masse de l'ESSONITE de Ceylan*; par M. Laugier. (An. du Muséum, t. 14, p. 336.)

Dure, difficile à pulvériser, poussière légèrement rosée. Elle contient :

Silice. . . . .	0,38	} 0,97.
Chaux. . . . .	0,33	
Alumine. . . . .	0,19	
Oxide de fer. . . . .	0,07	

17. *Sur l'OXAHVÉRITE*; par MM. Brenster et Turner. (Ed. jour., 1827, p. 145 et p. 118.)

Ce minéral vient d'Oxahver en Islande; il se trouve dans des bois pétrifiés qui proviennent des bords d'une source chaude. Il se présente tantôt en masses amorphes, tantôt en cristaux réunis ou isolés, qui sont des octaèdres aigus à base carrée; ces cristaux se laissent cliver aisément dans le sens perpendiculaire à l'axe; la densité de l'oxahvérite est de 2,218: ses couleurs sont le gris clair, le verdâtre, le vert olive et le brun rougeâtre; elle possède un axe de double réfraction qui coïncide avec l'axe de l'octaèdre.

Elle se fond aisément au chalumeau en un globule transparent et incolore. Elle est composée de :

Silice. . . . .	0,5076	} 0,9908.
Chaux. . . . .	0,2239	
Potasse. . . . .	0,0418	
Oxide de fer. . . . .	0,0339	
Alumine. . . . .	0,0100	
Eau. . . . .	0,1736	

Il est probable que c'est une variété d'apophyllite.

18. *Sur la BREUNNÉRITE.* (An. de Pogg., 1827, p. 167.)

La breunnérite est essentiellement composée de carbonate de magnésie; il en a été analysé six variétés, qui ont donné les résultats suivants :

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Carbon. de magnésic.....	0,8434	0,8605	0,8479	0,8289	0,8756	0,8970
Carb. de fer.....	0,1092	0,1315	0,1382	0,1697	0,1052	0,0802
Carb. de mangan.....	0,0319	0,0069	0,0075	0,0099	0,0244	
Mat. combustible.....	0,0162					0,0011

(1) Breunnérite du Hartz. Cristallise en rhomboèdres de 108°, 15', noirâtre. Analysée par Walmstedt.

(2) *Id.* du Tyrol cristallisée en rhomboèdres de 107° 30'.

(3) *Id.* de la Tête-Rouge, dans la vallée de Ziller. D'un jaune de vin. Cristallise en rhomboèdres.

(4) *Id.* de la vallée de Fassà, dans le Tyrol. En rhomboèdres d'un jaune brunâtre pâle. Empâtée dans de la chlorite schisteuse.

(5) *Id.* de Saint-Gothard. En faisceaux rhomboédriques d'un jaune de pois.

(6) *Id.* de Hall en Tyrol. En faisceaux rhomboédriques noirs.

Les quatre dernières variétés ont été analysées par M. Stromeyer.

M. Stromeyer trouve que l'on ne sépare pas complètement le manganèse de la magnésie par le moyen des hydrosulfates, et il préfère employer le procédé suivant : il acidifie la dissolution, et il la sature d'une quantité suffisante de chlore gazeux, puis il y verse peu à peu du carbonate alcalin neutre, qui en précipite le man-

ganèse à l'état de peroxide : après avoir filtré, il précipite la magnésie par le phosphate de soude et d'ammoniaque.

19. *Sur la WAGNÉRITE;* par M. A. Lévy. (Phil. mag., 1827, p. 155.)

La wagnérite vient de la vallée de Hollgraben, près de Worfen en Saltzbourg : elle s'est trouvée dans de petites veines de quartz au milieu d'un schiste argileux. Elle a la couleur, la transparence et l'éclat de la topaze du Brésil. Sa densité est de 3,01. M. Fuchs l'a trouvée composée de :

Magnésie.....	0,4668	} 1,9039
Acide phosphorique.....	0,4173	
Acide fluorique.....	0,0650	
Oxide de fer.....	0,0500	
Oxide de manganèse.....	0,0050	

Comme ce minéral est extrêmement rare, on ne connaissait pas encore sa forme : j'ai pu la déterminer dernièrement au moyen d'un très-beau cristal qui existe dans la collection de M. Heuland. Ce cristal est fort compliqué; mais j'ai trouvé qu'il dérive d'un prisme oblique rhomboïdal, dont deux pans font entre eux un angle de 95°, 25' et s'inclinent sur la base de 109°, 20' : le rapport des arêtes est celui de 1 à 0,264.

20. *Analyse de la SERPENTINE de Gulsjoe en Vermland;* par M. Mosander. (Bul. de Férus., 1827, p. 227.)

Cette serpentine gît, en masses irrégulières, sur la lisière d'un banc calcaire qui passe au gneiss. Elle a peu de consistance : sa densité est de 2,52. Elle contient :

Silice.....	0,4234	} 0,9997.
Magnésie.....	0,4420	
Protoxide de fer.	0,0018	
Eau.....	0,1238	
Acide carboniq.	0,0087	

Sa formule est  $2MS^2 + MAq^2$ .

21. *Analyse de quelques SERPENTINES de Sicile et d'Amérique*; par M. Lychnell. (An. de Pog., 1827, p. 213.)

Les serpentines de Fahlun, de Sala, de Norberg, de Sværdsjoe, de Massachuset, la picrolite du Taberg et la *marmolite* de Hoboken ont pour formule  $MgAq^2 + 2\left\{\begin{smallmatrix} Mg \\ f \end{smallmatrix}\right\}S^2$ .

La serpentine jaune de Finlande est analogue, mais contient de l'oxide de cérium. J'y ai trouvé :

Silice.....	0,4201	} 0,9925.
Magnésie.....	0,3814	
Protoxide de fer.	0,0130	
Oxide de cérium.....	0,0224	
Chaux.....	0,0322	
Eau.....	0,1215	
Bitume et acide carbonique...	0,0019	

Sa formule est  $MgAq^2 + 2\left\{\begin{smallmatrix} Mg \\ C \\ Cc \\ f \end{smallmatrix}\right\}S^2$ .

La serpentine jaunâtre et transparente de Aaker est d'une toute autre nature. On la trouve dans un spath calcaire; sa densité est de 2,605. Elle est composée de :

Silice.....	0,3528	} 0,9976.
Magnésie.....	0,3535	
Alumine.....	0,1373	
Protoxide de fer.....	0,0179	
Bitume et acide carbonique...	0,0628	
Eau.....	0,0733	

Elle a pour formule  $2\left\{\begin{smallmatrix} Mg \\ f \end{smallmatrix}\right\}S + AS + Aq, MgC^r$ .

22. *Analyse de l'OLIVINE de Pallas*; par M. John. (Bul. de Férus., t. 9, p. 429.)

Silice.....	0,3950	} 0,9745.
Magnésie.....	0,4100	
Protoxide de fer.	0,1600	
Oxide de mangan.	0,0062	
Oxide de chrome.	0,0025	
Oxide de cobalt..	0,0008	

23. *Forme cristalline de l'YTTRIA PHOSPHATÉE*; par M. Haidinger. (An. der Phys., 1826, p. 506.)

Le système cristallin de l'yttria phosphatée est l'octaèdre à base carrée. Les pyramides de cet octaèdre sont ordinairement séparées par un prisme très-court; il y a un clivage parallèlement aux faces de ce prisme.

24. *Analyse d'une TURQUOISE de Jordansmühle en Silésie*; par M. John. (Bull. des Sc. nat., 1827, p. 440.)

Cette turquoise se présente en masses mamelonnées, stalactitiques, botrioides, disséminées dans un schiste siliceux: elle est d'un vert bleuâtre. Sa densité est de 3,0. J'y ai trouvé :

Alumine.....	0,4450
Acide phosphorique.....	0,3090
Oxide de cuivre.....	0,0375
Protoxide de fer.....	0,0180
Eau.....	0,1900

c'est, comme la turquoise orientale, du sous-phosphate d'alumine coloré par du cuivre et du fer.

25. *Analyse de l'ALLOPHANE de Gersbach*; par M. Walchner. (J. de Schweigger, 1827, p. 157.)

Silice. . . . .	0,24109	} 1,00954.
Alumine. . . . .	0,38763	
Oxide de cuivre..	0,02328	
Eau. . . . .	0,35754	

26. *Analyse des INDIANITES blanche et rose de Coromandel*; par M. Laugier. (An. du Mus., t. 10, p. 340.)

Grains tantôt blancs, tantôt roses, qui accompagnent le spinelle. Ils sont composés de :

	Blancs.		Roses.	
Silice. . . . .	0,430	} 0,977.	0,420	} 0,985.
Alumine. . . . .	0,345		0,340	
Chaux. . . . .	0,156		0,150	
Soude. . . . .	0,026		0,033	
Oxide de fer. 0,010			0,032	
Eau. . . . .	0,010		0,010	

Dans ces minéraux, la silice contient autant d'oxygène que les bases réunies.

27. *Note sur la présence de l'AMMONIAQUE dans les minéraux argileux*; par M. Bouis fils. (An. de Ch., t. 35, p. 333.)

Lorsqu'on humecte avec une dissolution de potasse caustique les minéraux qui émettent l'odeur argileuse, il s'en dégage de l'ammoniaque, ce que l'on peut reconnaître par le moyen d'un papier bleu rougi placé au-dessus. Le dégagement dure quelquefois pendant plus de deux jours, et il est d'autant plus considérable que la matière répand une odeur argileuse plus forte. J'ai constaté ce phénomène sur de la terre à pipe, plusieurs argiles, des gypses impurs de

diverses formations et des pierres stéatiteuses, antérieures à la présence des corps organisés.

28. *Sur l'OSTRANITE*; par M. A. Breithaupt. (An. de Pog., 1827, p. 377.)

Cette substance vient de Norwège; elle n'a encore été trouvée qu'à l'état cristallin, sous la forme d'un prisme droit rhomboïdal profondément tronqué sur les angles des bases. Sa forme primitive est un oxaidre rhomboïdal, dans lequel les trois axes sont entre eux :: 1000 : 2059 : 1854; les faces adjacentes sur une même pyramide font entre elles des angles de  $128^{\circ},14$  et  $153^{\circ},42$ ; elles s'inclinent sur la base de  $71^{\circ},50'$ ; les angles du prisme rhomboïdal sont de  $96^{\circ}$  et  $84^{\circ}$ .

L'ostranite est d'un brun de clou de girofle: son éclat est vitreux; sa dureté est moyenne entre celle du quartz et celle de l'ortoclase; elle est très-cassante; sa densité varie entre 4,32 et 4,40. Elle est inattaquable par l'acide nitrique. Au chalumeau, elle ne fond pas sans addition; elle se fond avec le borax en un verre transparent, mais difficilement. Je présume qu'elle renferme un nouvel oxide métallique.

29. *Forme cristalline du POLYMIGNITE*; par M. G. Rose. (An. der Phys., 1826, p. 506.)

La forme fondamentale du polymignite est un octaèdre rhomboïdal, dont les trois axes sont entre eux ::  $\sqrt{2,114} : \sqrt{4,255} : 1$ , et dont les angles dièdres sont de  $136^{\circ},28$ ,  $116^{\circ},22$ , et  $80^{\circ},16$ .

30. *Sur l'ILMÉNITE*; par M. Kupffer de Casan. (Arch. de Kastner, t. 10, p. 1.)

Ce minéral a été trouvé à une lieue de Miask, dans l'Oural, au pied de l'Ilmen, au milieu d'un granite à mica noir, à feldspath blanc et à quartz gras, dans lequel il y a aussi des zircons : il est ordinairement en masses compactes, très-rarement en cristaux; il est noir; sa poussière est brune; sa cassure est conchoïde et a l'éclat de la cire; il n'offre pas de clivage sensible; ses fragmens sont à bords tranchans et faiblement translucides : sa densité est de 4,75 à 4,78. Il agit faiblement sur l'aiguille aimantée sans avoir la vertu polaire. Au chalumeau, chauffé sans addition, il n'éprouve aucun changement : avec le borax et le phosphate de soude, il donne un verre brun noirâtre translucide. Il se dissout à chaud dans l'eau régale, mais difficilement.

Je l'ai observé cristallisé en prisme rhomboïdal oblique, légèrement tronqué à chaque base sur les angles inférieur et supérieur : j'admets pour sa forme primitive un prisme droit à base parallélogrammique, dans lequel le grand angle de la base est de  $96^{\circ},36$  et les côtés de cette base sont à la hauteur : : 1 : 0,73 et 0,67.

On a d'abord confondu l'ilménite avec la tantalite; mais elle en diffère considérablement par sa pesanteur spécifique : elle pourrait bien être identique avec le *polymignite*.

31. *Sur la fleur d'URANE*; par M. Zippe de Prague. (Édim. J., 1826.)

Ce minéral a été trouvé dans une veine d'argent de Joachimsthal. Il est en petites masses

cristallisées, d'un jaune de citron tirant sur le jaune de soufre, peu éclatant, opaque et très-tendre; il se dissout avec effervescence dans les acides : c'est du carbonate d'urane, qui provient probablement de la décomposition de la pechblende.

32. *Description minéralogique des OXIDES DE MANGANÈSE*; par M. W. Haidinger.

*Examen chimique des OXIDES DE MANGANÈSE*; par M. Turner.

(Transactions d'Édimbourg, 1827.)

Nous admettons, d'après des expériences qui nous sont propres, que le poids de l'atome du manganèse est de 28, celui de l'oxygène étant 8, que les protoxide, deutoxide et peroxide sont composés, le premier de 1<sup>at.</sup> de manganèse et 1<sup>at.</sup> d'oxygène, le second de 2<sup>at.</sup> de manganèse et 3<sup>at.</sup> d'oxygène, et le troisième de 1<sup>at.</sup> de manganèse et 2<sup>at.</sup> d'oxygène, et enfin que l'oxide rouge peut être considéré comme composé soit de 2<sup>at.</sup> de deutoxide et 1<sup>at.</sup> de protoxide, soit de 1<sup>at.</sup> de peroxide et 1<sup>at.</sup> de protoxide.

Nous partageons les oxides de manganèse natifs en cinq espèces, qui sont composées comme il suit :

	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
Oxide rouge de manganèse...	0,86850	— 0,98098	— 0,69795	— 0,93484	— 0,86055
Oxygène.....	0,03050	— 0,00215	— 0,07364	— 0,03307	— 0,11780
Eau.....	0,10100	— 0,00435	— 0,06216	— 0,00949	— 0,01120
Baryte.....	.....	— 0,00111	— 0,16365	— 0,02260	— 0,00532
Silice.....	.....	— 0,00337	— 0,00260	— trace.	— 0,00513
	1,00000	0,99196	1,00000	1,00000	1,00000

(1) *Manganite. Oxide de manganèse prismatique.* Sa forme fondamentale est une pyramide scalène à quatre faces, dont les angles sont  $130^{\circ}$ ,

49', 120°, 54' et 80°, 22' : ses formes ordinaires sont des prismes à quatre et à huit pans, dont les angles sont de 99°, 41' et 76°, 36', surmontés de pointemens : les cristaux sont souvent hémotropes ; l'éclat de cette espèce est imparfaitement métallique ; sa couleur est le noir brunâtre tirant sur le noir de fer : elle est plus dure que la chaux fluatée ; sa densité est de 4,312. C'est un hydrate de deutocide contenant 1<sup>at.</sup> d'eau pour 2<sup>at.</sup> d'oxide.

(2) *Hausmanite*. Oxide de manganèse pyramidal. Sa forme fondamentale est une pyramide à quatre faces, isocèle, dont les angles sont 105°, 75' et 117°, 54'. Elle offre trois clivages, dont l'un est beaucoup plus parfait que les deux autres. Son éclat est imparfaitement métallique ; sa couleur est d'un noir brunâtre, et sa poussière est d'un brun de châtaigne ; sa dureté est un peu supérieure à celle de l'apatite ; sa densité est de 4,722. M. de Bôhrner l'a décrite sous le nom de manganèse qui cristallise en octaèdre régulier. Elle provient de la formation de porphyre d'Ilfeld. C'est évidemment de l'oxide rouge anhydre.

(3) *Psilomélane*. Oxide de manganèse sans clivage. On ne l'a pas observé cristallisé. Cette espèce a un éclat métallique imparfait : sa couleur est le noir bleuâtre passant au gris d'acier ; par sa dureté, elle tient le milieu entre l'apatite et le spath-fluor : sa densité est de 4,145. Elle se présente en masses botrioides ou réniformes ; elle est très-commune ; on la trouve à Knorrenberg en Prusse, à Schwarzenberg en Bohême, à Arzberg dans le pays de Bayreuth, à Annaberg en Saxe, Conradswaldau en Silésie, dans le Hanau, près

d'Exeter dans le Devonshire, dans le Cornouailles, etc.

D'après la proportion d'oxigène que le *psilomélane* perd par la chaleur, il est certain qu'il contient à-la-fois du peroxide et du deutoxide de manganèse ; nous pensons que le deutoxide s'y trouve combiné avec la baryte, et que le peroxide n'y est qu'en mélange, et cela nous paraît d'autant plus probable que ce mélange s'aperçoit quelquefois d'une manière évidente.

(4) *Braunite*. Oxide de manganèse brachitype. Sa forme fondamentale est une pyramide à quatre faces isocèles, dont les angles sont 109°, 53' et 108°, 39' ; ses formes ordinaires sont la pyramide isocèle à quatre faces basées, et la même pyramide surmontée d'un pointement à quatre faces plus obtuses ; son clivage est très-distinct. L'éclat est imparfaitement métallique ; la couleur est le noir brun foncé ; elle est plus dure que le feldspath : sa densité est de 4,818. On la trouve cristallisée et en masse à Oerenstock près Ilmenau, à Elgersburg, à Friedrichsrode en Thuringe, à Leimbach dans le Mansfeld, à Saint-Marcel en Piémont, etc. Il est évident que la *braunite* se compose essentiellement de deutoxide anhydre ; mais l'échantillon analysé devait être mélangé d'une petite quantité d'une combinaison particulière de baryte et de deutoxide.

(5) *Pyrolusite*. Oxide de manganèse prismatique. Sa forme principale appartient probablement au système prismatique : elle présente plusieurs clivages ; son éclat est métallique ; sa couleur est le noir de fer ; elle est peu dure : sa densité est de 4,82 à 4,94. On la trouve cristallisée en prismes à huit pans terminés par un biseau, en masses botrioides rayonnées et en masses ma-

melonnées. C'est le plus commun de tous les minerais de manganèse : c'est du peroxide anhydre.

Le manganèse de Romanèche donne à l'analyse :

Oxide rouge de manganèse. . . . .	0,70967	} 1,00000.
Oxigène . . . . .	0,07260	
Eau. . . . .	0,04130	
Baryte. . . . .	0,16690	
Silice. . . . .	0,00953	

Ce minéral n'est pas simple ; car, en l'observant au moyen d'une forte lentille, on voit qu'il se compose d'une substance compacte mêlée avec une substance fibreuse (1).

33. *Notice sur le FER NATIF de Canaan* (Connecticut) ; par MM. Bourralt et Lee. (Amér. Jour., 1827, p. 154.)

On trouve ce fer en filons dans une roche quarzeuse ou en lits minces dans un mica-schiste. Il y en a des morceaux de 8 onces. Sa structure est cristalline et conduit à des tétraèdres obliques. Sa densité varie de 5,95 à 6,72 ; il ne contient aucun métal étranger, mais il est mélangé de lamelles de graphite, et il est associé avec de l'acier natif.

34. *Description de la PIERRE MÉTÉORIQUE de Ferrare* ; par M. Cordier.

*Analyse de la même pierre* ; par M. Laugier. (An. de Ch., t. 34, p. 132 et 139.)

La pierre météorique dont il est question dans cet article est tombée à Ferrare le 15 janvier 1824, à neuf heures et demie du soir, immédiatement après l'explosion d'un météore.

Elle est porphyroïde : sa base est une pâte vi-

(1) Il paraît que MM. Haidinger et Turner n'ont pas pris connaissance de deux mémoires sur le manganèse qui ont été publiés dans les *Annales de Chimie* et dans les *Annales des Mines*, t. 6, p. 292, et t. 8, p. 158. R.

treuse parfaitement noire et opaque, fragile, peu dure, et très-fusible au chalumeau : cette pâte enveloppe 1°. des grains blancs globulaires, opaques, à cassure vitreuse, terne et inégale, fusibles au chalumeau, et 2°. des globules métalliques d'un blanc grisâtre, plus durs que le fer. En outre, lorsqu'on examine les grains blancs au microscope, on remarque qu'ils renferment, indépendamment de quelques particules de fer métallique, de très-petits cristaux verts, qui paraissent appartenir au pyroxène.

En réduisant la pierre météorique en poudre, on peut, à l'aide du barreau aimanté, séparer toute la matière ferrugineuse des grains blancs, et, en soumettant ceux-ci à l'analyse, on trouve qu'ils ne se composent que de silice et de magnésie : la pierre non triée a donné le résultat suivant :

Peroxide de fer. . . . .	0,4300	} 1,0450.
Silice. . . . .	0,4175	
Magnésie. . . . .	0,1600	
Oxide de chrome. . . . .	0,0150	
Oxide de nickel. . . . .	0,0125	
Soufre. . . . .	0,0100	

L'augmentation de poids vient de ce que la plus grande partie du fer est à l'état métallique dans le minéral.

Quand, après avoir traité par la potasse une pierre qui contient de la silice et du chrome, on se contente, pour doser celle-ci, de recueillir le précipité qui se forme par l'addition du proto-nitrate de mercure dans la dissolution sursaturée d'acide nitrique, on éprouve toujours une perte sur le chrome et même sur la silice. Pour éviter ces pertes, il faut 1°. sursaturer la dissolution d'ammoniaque et calciner le précipité mercu-

riel; 2°. évaporer à siccité la dissolution et calciner également le résidu, qui est un mélange de nitrate de potasse et d'ammoniaque.

35. *Analyse d'une variété de FER SPATHIQUE trouvée à Tinzen, canton des Grisons; par M. Lasaigne. (An. de Ch., t. 55, p. 85.)*

Ce minéral est blanc légèrement jaunâtre: il se cristallise en rhomboïde; sa densité est de 2,927; il diffère donc beaucoup sous ce rapport du fer carbonaté, dont la densité est de 3,64 à 3,81. Lorsqu'on le chauffe dans un tube de verre, il laisse facilement dégager beaucoup d'eau: au feu du chalumeau, il décrépité, devient plus opaque, jaunit et blanchit ensuite. L'acide hydrochlorique affaibli le dissout entièrement avec effervescence.

L'analyse que j'en ai faite m'a donné:

Carbonate de chaux....	0,4746	environ	5 at.
Carbonate de magnésie..	0,1933	—	3 at.
Protocarbonate de fer..	0,1108	—	1 at.
Eau.....	0,3213	—	13 at.
	11,000.		

36. *Sur le KAKOXÈNE; par M. Steinmann. (Ed. J., 1826, p. 163.)*

Ce minéral a été trouvé dans une mine de fer de Hrbeek en Bohême: il est en veinules et ressemble à la carpholite. On n'a pu l'obtenir pur: une analyse approximative a donné:

Silice.....	0,0890	}	0,9833.
Acide phosphorique.	0,1786		
Alumine.....	0,1001		
Oxide de fer.....	0,3632		
Chaux.....	0,0015		
Eau, acide fluorique.	0,2509		

37. *Sur la composition des MINÉRAIS DE FER EN GRAINS; par M. P. Berthier. (An. de Ch., t. 55, p. 247.)*

Il existe des minerais de fer en grains dans plusieurs formations, mais principalement dans le calcaire oolithique et dans une formation plus nouvelle ou peut-être contemporaine à ses derniers dépôts.

Dans la formation la plus moderne, les minerais en grains alternent avec des argiles, des sables quarzeux et des grès; ils sont rarement associés à des pierres calcaires: on en voit cependant quelques exemples. Le plus souvent les grains de minéral ne sont pas agglomérés entre eux, et ils deviennent libres quand on délaie dans l'eau l'argile sableuse qui les enveloppe; mais quelquefois ils sont fortement agglutinés par une pâte ferrugineuse, dont la composition diffère peu de celle des grains eux-mêmes. Cette formation est stratifiée en bancs horizontaux, et elle remplit les dépressions et les crevasses du sol sur lequel elle repose.

Dans la formation oolithique, les minerais en grains sont stratifiés avec des argiles et avec des bancs de pierres calcaires. C'est ainsi qu'il en existe à Villebois (département de l'Ain); dans les montagnes du Jura; à Couches, près le Creusot (département de Saône-et-Loire); dans le département de l'Aveyron; à Hayanges (département de la Moselle), etc. Les grains sont tantôt disséminés dans une pâte calcaire, ordinairement un peu argileuse et sans se toucher les uns les autres, et tantôt ils sont tellement rapprochés qu'ils sont comme juxta-posés: alors

ils ont pour gangue une argile très-ferrugineuse. Les gîtes de minerais de fer forment dans le calcaire oolithique des bancs souvent fort puissans et toujours très-étendus; mais ces bancs sont d'une richesse très-inégale dans leurs diverses parties, et ils présentent quelquefois des particularités que nous ferons connaître.

Les principes essentiels des minerais en grains sont l'hydrate de peroxide de fer ou le protoxide sans eau, et très-souvent ces deux substances ensemble; mais l'oxide, non plus que l'hydrate, n'y est jamais pur; il y a habituellement mélange d'argile et de sable quarzeux. Les argiles sont, comme on sait, des composés en proportions diverses, mais déterminées, de silice et d'alumine: selon qu'il se trouve de la silice et de l'alumine dans telles ou telles quantités relatives dans les minerais, ceux-ci sont plus ou moins fusibles: les plus fusibles sont ceux qui renferment le plus de silice, pourvu, toutefois, qu'ils contiennent en même temps une quantité notable d'alumine. Il existe quelques minerais dans lesquels cette terre manque absolument; mais alors ils perdent la texture oolithique, et ils constituent des bancs compactes et continus; ce sont des mélanges intimes d'hydrate de fer et de quartz hyalin.

Les minerais de fer en grains renferment quelquefois de l'hydrate d'alumine pur. J'en ai trouvé deux exemples; l'un dans le minerai rapporté par M. Mollien, de la province du *Fouta-Diallon* en Afrique; l'autre dans un minerai des Baux, près d'Arles: ces minerais ne contiennent pas du tout de silice. Mais on rencontre plus souvent des minerais très-alumineux qui paraissent contenir à-la-fois de l'argile et de l'hydrate d'alumine. Les

minerais de la Champagne et d'une partie de la Bourgogne sont dans ce cas: aussi, pour les fondre, est-on obligé d'y ajouter, outre la castine, ce qu'on appelle de l'*herbue*, substance qui n'est autre chose que du quartz grossier. Par exemple, j'ai trouvé le minerai de Mont-Girard, près Saint-Dizier, que l'on traite dans le haut-fourneau de Bienville, composé de

Peroxide de fer .	0,690
Silice et sable . .	0,072
Alumine . . . .	0,070
Eau . . . . .	0,160
	<hr/>
	0,992

Pour en faire l'essai, il faut y ajouter environ 0,18 de silice et 0,25 de carbonate de chaux: alors il fond très-bien, et il donne 0,478 de fonte de bonne qualité.

Quand on traite ce minerai par l'acide muriatique, la plus grande partie de l'alumine se dissout: c'est là ce qui me porte à croire que cette terre s'y trouve principalement à l'état d'hydrate; car, parmi les argiles qui sont connues, les plus alumineuses ne cèdent que la moitié tout au plus de l'alumine qu'elles contiennent aux acides autres que l'acide sulfurique concentré et bouillant. La proportion d'eau s'accorde d'ailleurs avec cette supposition; car l'hydrate de fer et la plupart des argiles n'en renferment que 0,13 à 0,14, tandis que le minerai en donne au moins 0,16.

Il est connu depuis long-temps que les minerais de fer en grains sont presque toujours mêlés de peroxide et d'hydrate de deutoxide de manganèse, et que ces substances s'y trouvent même souvent en très-grande proportion. Ils contien-

nent aussi très-fréquemment de l'acide phosphorique, sur-tout ceux qui proviennent des terrains calcaires, et qui, à cause de cela, donnent ordinairement du fer cassant à froid. Il paraît que cet acide y existe combiné tantôt avec l'oxide de fer et tantôt avec de la chaux.

Outre les substances que je viens d'indiquer, j'ai à en faire connaître d'autres que j'ai rencontrées récemment dans plusieurs minerais en grains.

J'ai remarqué que, dans plusieurs de ces minerais provenant des départemens de la Champagne, de la Bourgogne et de la Lorraine, il y a des grains qui agissent sensiblement sur le barreau aimanté, et que l'on peut même enlever par ce moyen. Dans la plupart des minerais il n'y en a que très-peu, souvent moins de  $\frac{1}{1000}$ ; mais dans quelques-uns, tels que ceux de Nancy, près Saint-Dizier, et d'Aumetz, département de la Moselle, il s'en trouve près de 10 pour  $\frac{1}{100}$ . Les grains magnétiques ne diffèrent en rien de ceux qu'ils accompagnent par leur aspect, leur forme ou leur grosseur; mais j'ai reconnu qu'ils contiennent en mélange intime un composé de silice, d'alumine et de protoxide de fer, auquel ils doivent leur vertu magnétique. Ce composé est analogue à l'espèce que j'ai nommée *chamoisite*, mais non pas identique.

Voici comment j'ai procédé à l'analyse, et quels sont les résultats que j'ai obtenus:

J'ai traité la matière porphyrisée par l'acide muriatique concentré parfaitement pur: elle s'est facilement attaquée, et quand elle a été complètement décolorée, j'ai étendu la liqueur de beaucoup d'eau bouillie, et j'ai introduit peu à peu

dans la dissolution du sous-carbonate de soude jusqu'à commencement de précipité rouge; j'ai laissé le dépôt se former spontanément, et j'ai filtré quand la liqueur s'est trouvée complètement décolorée. Le précipité contenait tout le peroxide de fer et une petite quantité d'alumine. Pour doser le protoxide de fer qui restait tout entier dans la dissolution, j'ai fait bouillir celle-ci avec de l'acide nitrique pour suroxyder le fer, et j'ai précipité le peroxide qui s'est formé et le reste de l'alumine par le moyen de l'ammoniaque. La partie du minéral insoluble dans l'acide muriatique était blanche et semi-gélatineuse; elle se composait, en général, d'un mélange d'argile, de grains de quartz et de silice en gelée provenant du silicate magnétique. Pour déterminer la proportion de la silice, j'ai calciné le résidu, je l'ai pesé, je l'ai fait bouillir avec une dissolution de potasse caustique, qui a dissous toute la silice sans attaquer le quartz et l'argile, j'ai lavé, calciné de nouveau, et j'ai eu la proportion de la silice par différence de poids.

Il m'est arrivé souvent de ne trouver que très-peu de protoxide de fer, ou même de n'en pas trouver du tout, dans des grains très-fortement magnétiques; mais alors la présence de la silice gélatineuse dans la partie insoluble dans les acides a toujours démontré l'existence de l'alumino-silicate de fer. J'ai remarqué que ces grains perdent leur vertu magnétique par la calcination en vase clos, tandis que ceux qui donnent du protoxide de fer avec l'acide muriatique agissent à peu près aussi fortement sur le barreau, après qu'ils ont été calcinés, que dans leur état naturel. Je me suis facilement rendu compte de ces

anomalies en observant que les minerais qui donnent de pareils résultats contiennent toujours une quantité très-notable de manganèse: en effet, ce métal s'y trouvant soit à l'état d'hydrate de deutocide, soit à l'état de peroxide, doit abandonner une certaine portion d'oxigène lorsqu'on le traite par l'acide muriatique ou lorsqu'on le calcine, pour revenir à l'état de protoxide dans le premier cas, et à l'état d'oxide rouge dans le second: or, dans ces deux circonstances, l'oxigène dégagé doit se porter sur le protoxide de fer, qui en est très-avide, et le convertir en oxideroxide. La propriété magnétique du minerai doit donc être détruite par l'effet de cette conversion, puisque l'oxide rouge de fer ne jouit pas de cette propriété.

Quand il y a du manganèse dans les grains magnétiques, on ne peut pas déterminer d'une manière exacte la proportion de protoxide de fer qu'ils contiennent, parce qu'il faudrait savoir pour cela précisément à quel degré d'oxidation le manganèse s'y trouve, ce qui est à peu près impossible; mais cela importe peu pour le résultat général.

J'ai analysé deux minerais en grains magnétiques absolument exempts de manganèse, l'un venant de Châtillon, département de la Côte-d'Or, et l'autre de Nancy, près Saint-Dizier, département de la Marne. Ils contiennent:

	Celui de Châtillon.	Celui de Nancy.
Protoxide de fer . . . . .	0,153	0,157
Silice gélatineuse . . . . .	0,020	0,046
Alumine . . . . .	0,070	0,050
Argile et quartz . . . . .	0,020	0,024
Peroxide de fer . . . . .	0,673	0,700
Eau . . . . .	0,064	0,016
	1,000	0,993
Fonte à l'essai . . . . .	0,604	0,590 à 0,600

Les grains magnétiques de Châtillon sont de diverses grosseurs, mais la plupart très-petits: on ne les trouve qu'en petit nombre dans le minerai. Ils fondent bien avec addition de 0,03 de carbonate de chaux: il ne se dégage, dans l'essai par voie sèche, que 225 d'oxigène pour 604 de fonte, ce qui confirme le résultat de l'analyse par voie humide, puisque si le fer se fût trouvé tout entier à l'état de peroxide, le dégagement d'oxigène aurait été de près de 0,250.

Les grains magnétiques de Nancy sont très-petits et de forme un peu aplatie; le minerai dans lequel on les trouve en renferme près de  $\frac{1}{10}$  de son poids. Ces grains fondent bien avec addition de 0,04 de carbonate de chaux, et il ne se dégage, dans l'essai, que 0,23 à 0,24 d'oxigène.

Les grains magnétiques qui proviennent des mines de Stigny, d'Irouer et de Gland, près Ancy-le-Franc, département de l'Yonne, et ceux que l'on peut recueillir dans les mines de Pierre-Viller, près Moyeuivre, département de la Moselle, ne donnent pas de protoxide de fer quand on les traite par l'acide muriatique, et ils perdent leur vertu magnétique lorsqu'on les calcine; aussi y trouve-t-on par l'analyse 0,04 à 0,05 d'oxide de manganèse; mais ils produisent tous de la silice gélatineuse, soluble dans les alcalis liquides, dans des proportions qui varient, comme dans les minerais de Châtillon et de Nancy, entre 0,02 et 0,05.

Le minerai de Gland m'a présenté en outre une particularité intéressante. Les grains ont la grosseur du petit plomb de chasse: lorsqu'on les fait digérer sans les concasser, dans de l'acide muriatique concentré, à une douce chaleur, ils se

décolorent complètement en vingt-quatre heures sans perdre leur forme, et l'on voit au milieu de la matière terreuse qui reste non dissoute une multitude de grains métalliques noirs et très-éclatans. Quoique ces grains soient extrêmement petits, on peut cependant aisément reconnaître, à l'aide d'une forte loupe, qu'ils sont cristallisés, et que leur forme est celle d'un octaèdre régulier, tronqué sur tous ses sommets : ils sont très-magnétiques, et l'on peut aisément les extraire de la matière terreuse par le moyen du barreau aimanté. Leur poids s'élève au plus à  $\frac{1}{100}$  du poids de la matière traitée par l'acide muriatique. J'ai reconnu, par des essais au chalumeau, qu'ils se composent d'oxide de fer contenant un peu de titane et de manganèse : ils appartiennent donc à l'espèce *fer titané*, contenant la proportion *minimum* de titane.

J'avais depuis long-temps observé, en faisant des essais de minerais de fer en grains, que les scories présentaient souvent à leur surface l'enduit métallique rouge de cuivre, qui est l'indice certain de la présence du titane : ce phénomène se trouve maintenant expliqué. On voit aussi d'où vient le titane métallique que l'on rencontre de temps à autre dans le creuset de plusieurs hauts-fourneaux qui ne sont alimentés ni par la houille ni par les minerais de fer des houillères, à Hayanges par exemple.

Le fer titané n'existe qu'en très-petite quantité dans les minerais de fer en grains : il y est disséminé d'une manière tout-à-fait irrégulière : aussi ne le trouve-t-on pas dans tous par l'analyse. Le minerai de Châtillon m'en a donné une quantité notable, mais non pas autant que le minerai de

Gland : je n'ai malheureusement pu disposer que de quelques grammes de ce dernier.

Les minerais de fer en grains qui ont leur gisement dans le calcaire oolithique sont aussi parfois magnétiques. J'ai examiné celui de Hayanges, qui m'a présenté des mélanges remarquables.

On exploite à Hayanges une couche horizontale bien réglée, qui a 3 à 4 mètres de puissance. Elle fournit trois sortes de minerais, 1°. du minerai brun, 2°. du minerai bleu, et 3°. du minerai gris, celui-ci est le plus abondant. Le minerai brun n'est autre chose que de l'hydrate de fer à très-petits grains empâtés par une argile ferrugineuse et souvent calcaire ; il n'est pas magnétique. Le minerai bleu est ainsi dénommé, parce qu'il a une couleur gris bleuâtre au moment où il sort de la mine ; mais sa teinte bleue s'affaiblit promptement à l'air, et elle passe au gris foncé olivâtre : ce minerai est très-fortement magnétique dans toutes ses parties ; sa structure est confusément oolithique à très-petits grains. Le minerai gris est un mélange visible à l'œil des deux espèces précédentes ; on y distingue des grains d'hydrate, dont la couleur jaune brun tranche fortement avec celle de la pâte, qui est gris bleuâtre ; il agit d'autant plus fortement sur le barreau aimanté, que la pâte est plus abondante et que la couleur de celle-ci est plus foncée. Ces trois variétés se trouvent répandues irrégulièrement en amas dans la couche métallifère, et elles passent de l'une à l'autre par nuances.

Au premier aspect, le minerai bleu paraît être homogène, il ne l'est cependant pas : il se compose de trois espèces minérales qui sont mêlées ensemble d'une manière indiscernable à

l'œil, et que les moyens chimiques seuls peuvent faire reconnaître. Ce minéral fait ordinairement une effervescence très-sensible avec l'acide acétique, même à froid; mais quelquefois il n'en fait pas du tout: cela prouve que le plus souvent il contient du carbonate de chaux, et qu'il en est quelquefois absolument exempt. Lorsqu'on le traite par l'acide muriatique à froid, il se fait toujours une effervescence lente, qui est due à un dégagement de gaz acide carbonique; quand on chauffe, l'effervescence devient très-vive, et l'on remarque que la liqueur prend presque aussitôt une teinte verte, qu'elle paraît devoir à une substance de même couleur qu'elle tient en suspension; à mesure que cette substance se dissout, la couleur de la liqueur s'affaiblit et passe au jaune clair; en même temps la matière non encore dissoute devient presque blanche, et elle achève de se dissoudre en produisant jusqu'à la fin une effervescence vive. Cette matière a d'ailleurs tous les caractères du fer carbonaté, et l'analyse prouve que telle est effectivement sa nature.

La dissolution ne contient que du protoxide de fer, de la chaux et de l'alumine, et la seule matière insoluble qui reste après l'action prolongée de l'acide est de la silice à l'état gélatineux, et provenant par conséquent d'une combinaison détruite par l'acide. Cette combinaison est évidemment celle qui colore le minéral en bleu verdâtre et qui lui donne la vertu magnétique, et elle se compose, comme la *chamoisite* et comme la substance magnétique qui se trouve dans les minerais de Châtillon, Nancy, etc., de silice, d'alumine, de protoxide de fer et d'une petite quantité d'eau.

L'échantillon que j'ai analysé m'a donné:

Protoxide de fer. . . . .	0,610
Chaux. . . . .	0,062
Acide carbonique. . . . .	0,203
Silice gélatineuse. . . . .	0,060
Alumine . . . . .	0,038
Eau. . . . .	0,025
Magnésie, manganèse. . . . .	

0,998

Si l'on calcule la quantité d'acide carbonique qui est nécessaire pour saturer la chaux, puis la quantité de protoxide de fer avec laquelle le reste de l'acide carbonique doit se trouver combiné, on trouve que le minéral est composé de :

Carbonate de chaux. . . . .	0,110	
Carbonate de fer. . . . .	0,403	
Protoxide de fer. . . . .	0,362	} 0,485
Silice. . . . .	0,060	
Alumine. . . . .	0,038	
Eau. . . . .	0,025	
		0,998

D'après cela, la substance magnétique entre pour 0,485 dans le minéral, et elle se compose de:

	Oxigène.
Protoxide de fer. . . . .	0,1700
Silice. . . . .	0,0645
Alumine. . . . .	0,0365
Eau. . . . .	0,0450

1,000

Les quantités d'oxigène contenues dans chacun des élémens sont entre elles à peu près comme les nombres 5, 2, 1 et 1 (en admettant 0,01 d'eau hygrométrique), et ces rapports conduisent aux formules  $AS^2f^3Aq$  et  $fA+2f^2S+Aq$ . La substance bleue de Hayanges se rapproche beaucoup

de la chamoisite; elle en diffère en ce qu'elle renferme plus de fer que celle-ci dans le rapport de 5 à 4, et moins d'eau dans le rapport de 1 à 4 (la formule de la chamoisite étant  $AS^2 f^4 Aq^4$ ). Le minéral de Hayanges est beaucoup plus fortement magnétique que la chamoisite : cela dépend évidemment de ce que le protoxide de fer s'y trouve combiné avec une proportion moindre d'éléments négatifs, la silice, l'alumine et l'eau, que dans cette dernière.

J'ai examiné un échantillon de minéral gris de Hayanges, et j'y ai trouvé de l'hydrate de peroxide, du carbonate et de l'alumino-silicate de protoxide de fer, sans mélange de carbonate de chaux. Outre ces substances, les minerais d'Hayanges renferment presque toujours de l'acide phosphorique, et quelquefois même en proportion considérable; c'est pourquoi il ne produisait que du fer cassant à froid.

Il est assez singulier que, dans les minerais d'Hayanges, le carbonate de fer soit absolument pur, tandis que dans toutes les autres formations il se trouve toujours combiné avec des proportions diverses de carbonates de magnésie, de chaux et de manganèse.

Il résulte de ce qui vient d'être exposé que les minerais de fer en grains, dont les principes essentiels sont le peroxide et l'hydrate de peroxide de fer, admettent un assez grand nombre de substances en mélange intime ou en mélange mécanique. Les substances qui s'y trouvent le plus habituellement, et qui avaient été anciennement observées, sont les argiles, le sable quarzeux, le peroxide et l'hydrate de deutoxide de manganèse, le phosphate de fer et le phosphate de chaux. J'ai fait voir, il

y a quelques années, qu'ils contiennent quelquefois de l'hydrate d'alumine, et je viens de montrer qu'on y rencontre fréquemment des alumino-silicates de fer magnétiques, et parfois du fer carbonaté oolithique et du fer titané en très-petits grains cristallisés. Je pourrais encore faire mention de la calamine; car il est certain que dans plusieurs fourneaux, qui ne sont alimentés que par des minerais en grains, il se forme de temps à autre de la cadmie zincifère; mais je dois dire aussi que la quantité en est très-petite. Il existe des minerais de fer chargés de calamine; mais ils sont d'une toute autre formation que les minerais en grains.

38. *Examen chimique du MINÉRAI BLEU MAGNÉTIQUE de Vignes*; par M. Karsten. (Arch. mét., 1827, n°. 16, p. 30.)

Parmi les minerais de fer que l'on fond dans les usines de la Moselle, il en est un dont la composition est remarquable. Il se trouve en couche dans le calcaire jurassique, à Vignes, à l'ouest d'Hayanges : il est d'un bleu verdâtre foncé, et par son aspect il ressemble beaucoup à l'espèce que M. Berthier a nommée *chamoisite*; mais il en diffère totalement par sa composition. Sa texture est oolithique; les grains ne dépassent jamais la grosseur d'un grain de millet; il est magnétique; sa densité est de 3,71; sa poussière est d'un bleu verdâtre foncé. Il est attaqué avec effervescence lente par l'acide muriatique; le résidu siliceux ne se dissout pas dans cet acide et ne fait pas gelée : d'où l'on doit conclure que la silice contenue dans ce minéral n'y est pas en combinaison avec l'oxide de fer, et qu'elle ne

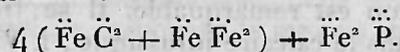
s'y trouve qu'accidentellement. L'analyse a donné:

Peroxide de fer . . . . .	0,41120	} 0,99158.
Protoxide de fer . . . . .	0,29980	
Acide carbonique . . . . .	0,11873	
Acide phosphorique . . . . .	0,03380	
Chaux . . . . .	0,02140	
Magnésie . . . . .	0,00775	
Eau . . . . .	0,02900	
Silice . . . . .	0,06990	

En faisant abstraction de l'eau, de la silice et des carbonates de chaux et de magnésie qui sont accidentels, il reste pour la composition du minéral de Vignes :

Peroxide de fer . . . . .	0,4903	} 1,0000.
Protoxide de fer . . . . .	0,3585	
Acide carbonique . . . . .	0,1109	
Acide phosphorique . . . . .	0,0403	

D'après cela, je le regarde comme formé de carbonate de protoxide de fer, d'oxide magnétique et de sous-phosphate de peroxide, unis entre eux dans les proportions indiquées par la formule suivante :



39. Analyse d'un MINÉRAL de Finlande; par M. Hess de Dorpat. (Arch. de Kastner, t. 6, p. 321.)

On trouve ce minéral en veines dans le cuivre pyriteux ou en rognons dans le calcaire. Il est d'un noir verdâtre et opaque; sa densité est de 2,70: son éclat varie entre l'éclat poli et l'éclat cireux. Il contient :

Silice . . . . .	0,4378	} 0,9910.
Protoxide de fer . . . . .	0,3410	
Alumine . . . . .	0,0620	
Magnésie . . . . .	0,0500	
Oxide de cuivre . . . . .	0,0300	
Eau . . . . .	0,0702	

40. Sur l'ISOPYRE; par MM. W. Haidinger et Ed. Turner. (Edim. journ., 1827, p. 263.)

Ce minéral a été trouvé, il y a trois ans, dans la partie occidentale du Cornouailles, disséminé en masses amorphes dans le granite. Il est noir grisâtre ou noir de velours. Sa poussière est d'un gris verdâtre; sa cassure est conchoïde, son éclat vitreux. Il est opaque, ou seulement translucide sur les bords amincis. Il agit faiblement sur l'aiguille aimantée: sa densité est 2,9; les acides ne l'attaquent que difficilement. Il est composé de :

Silice . . . . .	0,4709	} 0,9844.
Peroxide de fer . . . . .	0,2007	
Alumine . . . . .	0,1391	
Perox. de cuivre . . . . .	0,0194	
Chaux . . . . .	0,1543	

L'oxide de cuivre paraît être accidentel.

L'isopyre a de l'analogie avec l'obsidienne et avec la *tachilite* de M. Breithaupt.

41. NONTRONITE, nouveau minéral découvert dans le département de la Dordogne, par M. P. Berthier. (An. de Ch., t. 36, p. 22.)

L'arrondissement de Nontron, qui occupe la partie septentrionale du département de la Dordogne, possède un gîte de minéral de manganèse assez important. Ce minéral est connu dans le commerce sous la dénomination de *manganèse de Périgueux*. L'exploitation en a été pendant long-temps fort languissante; mais la consommation du manganèse s'étant considérablement accrue depuis quelques années, les travaux ont pris une grande activité, et c'est à cette circonstance que l'on doit la découverte du nouveau minéral que je vais décrire sous le nom de *nontronite*.

Le gîte de manganèse de la Dordogne est superficiel : il consiste en argile ferrugineuse, mêlée de sable quarzeux et d'un peu de mica ; il est évidemment de même formation que les gîtes de minerais de fers dits d'*alluvion*, qui existent dans la contrée, et qui, d'après M. l'Ingénieur Manès, paraissent appartenir à la formation du grès rouge.

Le minéral de manganèse se trouve par amas irréguliers et plus ou moins considérables dans l'argile ferrugineuse : c'est un mélange d'hydrate de deutroxyde de manganèse, de peroxide et de la combinaison barytique qui domine dans le minéral de Romanèche, près Maçon. C'est dans les amas de manganèse que l'on exploite auprès du village de Saint-Pardoux, que la *nontronite* a été trouvée. La découverte en est due à M. Laugel. Cette substance est disséminée dans le minéral en rognons amorphes ordinairement fort petits, et qui atteignent rarement la grosseur d'un pois. Les rognons ne sont presque jamais purs, ils se divisent assez aisément en masses plus petites tout-à-fait irrégulières; ces petites masses sont enduites d'une légère pellicule noire, qui n'est autre chose que de l'oxide de manganèse, et souvent elles sont entremêlées d'argile fine et d'un jaune sale : en sorte que lorsqu'on coupe le minéral et qu'on le polit, il présente l'aspect d'une variolite. Il est facile néanmoins de se procurer de la nontronite pure par le moyen d'un triage fait avec soin.

Ce minéral est compacte, d'un jaune paille ou d'un beau jaune serin un peu verdâtre : sa cassure est inégale et matte ; il est opaque, onctueux au toucher, très-tendre ; sa consistance est la même que celle de l'argile. On le raie aisément

avec l'ongle ; il prend un beau poli et l'éclat résineux sous le frottement des corps les moins durs ; il s'aplatit et se pelotonne sous le pilon, au lieu de se réduire en poudre ; il n'exhale pas l'odeur argileuse sous l'insufflation de l'haleine ; il n'agit aucunement sous l'aiguille aimantée. Lorsqu'on le plonge dans l'eau, il s'en dégage immédiatement beaucoup de bulles d'air, il devient translucide sur les bords sans se délayer ni perdre sa forme comme le font les argiles, et si, au bout de quelques heures, on le retire de l'eau et on le pèse après l'avoir bien essuyé, on trouve qu'il a augmenté d'environ un dixième de son poids. Chauffé dans un tube de verre, il perd de l'eau à une faible chaleur et devient d'un rouge d'oxide de fer sale. Calciné très-fortement dans un creuset, il prend le même aspect, et son poids diminue de 0,19 à 0,21. Après la calcination, il est sensiblement magnétique.

L'acide muriatique l'attaque très-facilement ; la dissolution ne contient pas la plus petite trace de manganèse, ni de protoxyde de fer, ni d'alcali ; on n'y trouve que du peroxide de fer, de l'alumine et de la magnésie : la partie insoluble est gélatineuse et se compose de silice soluble dans les alcalis liquides, quelquefois mêlée d'une petite quantité d'argile, lorsque le minéral n'a pas été trié avec un soin minutieux.

L'essai par la voie sèche confirme le résultat de l'analyse humide : le minéral fond très-bien avec le tiers de son poids de marbre, et donne 0,20 de fonte et une scorie vitreuse, transparente et incolore.

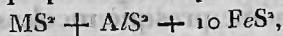
L'analyse m'a donné :

Silice . . . . .	0,440	cont. oxig.	0,229	
Peroxide de fer . . . . .	0,290		0,089	} 0,114
Alumine . . . . .	0,036		0,017	
Magnésie . . . . .	0,021		0,008	
Eau . . . . .	0,187		0,166	
Argile . . . . .	0,012			

---

0,986

D'après les quantités d'oxygène contenues dans chacun de ses élémens, quantités qui sont 229, 89, 17 et 8, on voit que la nontronite est un bisilicate à base de peroxide de fer, d'alumine et de magnésie, qui peut être représenté par la formule:



et contenant en outre une certaine proportion d'eau en combinaison; mais il est difficile de déterminer cette proportion rigoureusement, à cause de la facilité avec laquelle le minéral absorbe ou perd une certaine portion d'humidité selon les moindres vicissitudes de température. En effet, on a vu que, lorsqu'on le tient long-temps plongé dans ce liquide, il en absorbe un dixième de son poids; il en renferme alors 0,28 à 0,30: quand on l'a laissé pendant plusieurs jours à l'air dans une chambre, il n'en contient plus que 0,21 à 0,22; enfin, après qu'il a été exposé à la chaleur d'une étuve chauffée à environ 80 deg., il ne perd plus par la calcination que 0,187. Si l'on admet cette dernière quantité comme minimum, il en résultera que l'eau de combinaison contenue dans la nontronite renferme une fois et demie autant d'oxygène que les trois bases réunies. On connaît un grand nombre de minéraux qui renferment au nombre de leurs élémens un hydro-silicate de protoxide de fer; mais on n'en avait pas encore rencontré contenant un silicate

de peroxide avec eau de cristallisation. La nontronite est le premier minéral de ce genre. Comme les silicates de peroxide de fer sont pour la plupart fortement colorés en rouge ou en brun, on ne devait pas, au premier aspect, en soupçonner l'existence dans la nontronite: la pâleur de la nuance de ce minéral dépend évidemment de la présence de l'eau de cristallisation; effectivement la couleur se fonce beaucoup par la calcination, et nous connaissons d'ailleurs des sels de peroxide, tels que plusieurs sulfates, qui, quand ils contiennent de l'eau, sont d'un jaune pâle et même presque incolores.

J'ai dit que la nontronite fortement calcinée en vase clos devenait sensiblement magnétique; cependant les silicates de peroxide de fer n'agissent aucunement sur l'aiguille aimantée. Voici l'explication de ce phénomène: le peroxide de fer est une base très-faible; on ne peut pas le combiner avec la silice par la voie sèche sans l'intermédiaire d'une autre base; mais comme, au contraire, la silice a une grande tendance à s'unir au protoxide de fer, il arrive que, lorsqu'on chauffe, à une température suffisamment élevée, cette substance avec du peroxide de fer, une portion de ce peroxide abandonne de l'oxygène et se transforme en protoxide, ou du moins en un oxide inférieur à l'oxide rouge; la combinaison qui se forme peut être considérée comme un silicate double de protoxide et de peroxide en proportions variables selon les circonstances: or, la présence d'une très-petite quantité de protoxide suffit pour communiquer à un silicate la vertu magnétique, lorsque la silice ne s'y trouve pas en trop forte proportion.

42. *Sur la MOHSITE*; par M. Lévy. (Edimb. J., 1827, p. 362.)

Ce minéral se présente en très-petits cristaux tabulaires chargés de facettes, dérivant d'un rhomboèdre de  $73^{\circ}, 45'$ . Ces cristaux sont opaques, d'un noir de fer métallique, non magnétiques, fragiles et assez durs pour rayer le verre. Ils ressemblent à la *crocoïte*, mais ils en diffèrent par une dureté plus grande et par le manque de clivage dans un sens perpendiculaire à l'axe. On croit qu'ils viennent du Dauphiné.

43. *Sur la présence de l'AMMONIAQUE dans les oxides de fer naturels*; par M. A. Chevalier. (J. de Pharm. 1826.)

Il est très-vrai, ainsi que l'a avoué M. Austin dans le 78. volume des *Transactions philosophiques*, qu'il y a formation d'ammoniaque lorsque le fer pur s'oxide par le contact de l'air et de l'eau.

Les oxides de fer naturels contiennent tous de l'ammoniaque, qu'on peut en séparer par la chaleur ou par l'action de l'eau. J'en ai trouvé dans le fer oligiste de l'île d'Elbe et de Fréamont, dans le fer oxidulé de Danemarck, le fer oxidé schiste de Bohême, dans l'yellite, dans six échantillons de fer oxidé terreux, et dans de l'oxide de fer recueilli dans un lieu incendié. L'hématite rouge d'Espagne en renferme une quantité telle, qu'elle produit avec l'acide muriatique 13 de sel ammoniac pour 1000 d'hématite.

44. *Analyse de quelques laitiers de hauts-fourneaux de Suède*. (Journ. des maîtres de forges de Suède.)

	Taberg. (1)	Lesebo. (2)	Skebo. (3)	Nyhytta (4)	Gesberg (5)
Silice. . . . .	0,3110	0,5166	0,5257	0,5521	0,5981
Oxide de titane. . . . .	0,0900				
Chaux. . . . .	0,1410	0,0165	0,1698	0,3327	0,1990
Magnésie. . . . .	0,3420	0,1749	0,1940	0,2427	0,1188
Alumine. . . . .	0,0890	0,1909	0,0552	0,0254	0,0574
Protoxide de fer. . . . .	0,0100	0,0665	0,0296	0,0109	0,0498
Pr. de manganèse. . . . .	0,0440	0,0360	0,3395	0,0400	
Acide phosphoriqu. . . . .		trace			
	1,0270	1,0014	0,9933	1,0019	0,9931

(1) *Laitier* du haut-fourneau d'Echersholm, au Taberg, dans le Smoland, analysé par M. Zachrisson. Ce laitier est très-boursofflé, d'un jaune isabelle à la surface et d'un gris de fer clair à l'intérieur; il est rempli de grains de fonte et paraît être peu fusible. Le fer que l'on fabrique avec la fonte est *tendre*.

(2) *Laitier* du haut-fourneau de Lesebo, en Smoland, à cassure vitreuse, d'un vert pomme, passant au fer olive et rempli de grains pierreux blancs non fondus: la fonte est très-propre au moulage. Le minéral qu'on traite dans ce fourneau se recueille sur le rivage de la mer, et il est composé, d'après M. Morell, de:

Silice. . . . .	0,2040
Protoxide de fer . . . . .	0,6256
Oxide de mangan. . . . .	0,0260
Magnésie. . . . .	0,0580
Acid. phosphorique. . . . .	0,0068
Perte au feu. . . . .	0,0750

(3) *Laitier* du fourneau de Skebo, à cassure cristalline : la fonte donne du fer d'excellente qualité.

(4) *Laitier* du fourneau de Nyhytta (Norberg), à cassure cristalline.

(5) *Laitier* du fourneau de Gesberg, vitreux, transparent et très-fusible. Le minéral qu'on traite dans ce fourneau contient :

Silice. . . . .	0,2604	} 1,0034.
Chaux. . . . .	0,0658	
Magnésie. . . . .	0,0362	
Adulphine. . . . .	0,0362	
Oxide de fer. . . . .	0,5858	
Oxide de manganèse. . . . .	0,0190	

45. HAIDINGERITE, minéral d'antimoine d'Auvergne d'espèce nouvelle ; par M. P. Berthier. (An. de Ch., t. 35, p. 551.)

Il existe du sulfure d'antimoine en une multitude de lieux, dans la formation de gneiss qui occupe l'Auvergne : on l'y trouve tantôt en filons réglés, tantôt en veines et tantôt en amas ; mais si les gîtes sont très-multipliés, malheureusement ils sont en même temps presque toujours peu productifs ; aussi les exploitans sont-ils obligés d'en attaquer un grand nombre à-la-fois pour pouvoir maintenir l'extraction sur un pied uniforme.

Le sulfure d'antimoine d'Auvergne est en général assez pur, et l'on en retire du régule de bonne qualité ; mais, il y a quelques années, on en a découvert, auprès du village de Chazelles, un nouveau filon, qu'on s'est trouvé bientôt contraint d'abandonner, parce que le minéral qu'il fournissait ne donnait aux fabricans de régule qu'un antimoine terne dont les consommateurs n'ont

pas voulu faire usage. L'exploitant m'ayant remis quelques échantillons de ce minéral, j'ai reconnu qu'il constitue une espèce distincte et nouvelle, et je lui ai donné le nom d'*haidingerite*, en l'honneur de M. Haidinger, savant minéralogiste, habitant d'Edimbourg, qui enrichit chaque jour la science par ses recherches, et dont j'ai l'avantage d'être l'ami.

L'*haidingerite* ne s'est pas encore rencontrée sous des formes régulières ; mais elle présente, dans quelques cavités, des rudimens de cristaux prismatiques, qui, quoique n'étant pas rigoureusement déterminables, suffisent cependant pour qu'on puisse s'assurer que sa forme principale n'est pas la même que celle du sulfure d'antimoine. Le nouveau minéral est ordinairement en masses confusément lamellaires, mêlé de quartz hyalin, de chaux carbonatée ferrifère blonde et de pyrite en grains cubiques. Sa couleur est le gris de fer ; sa surface est souvent couverte de teintes irisées. Il n'a pas, à beaucoup près, autant d'éclat que le sulfure d'antimoine, et sa nuance ne tire pas du tout sur le bleu. Il ne fait pas éprouver le moindre mouvement à l'aiguille aimantée. Je n'ai pas pu m'en procurer des morceaux assez purs pour pouvoir en prendre la pesanteur spécifique.

J'en ai purifié une certaine quantité pour l'analyse, en pilant, tamisant et lavant à l'aiguille à main : par ce moyen j'en ai séparé la plus grande partie du quartz et de la pyrite, et la totalité de la chaux carbonatée.

Au chalumeau, la poudre se fond aisément ; mais elle ne présente aucun caractère particulier. L'acide muriatique l'attaque aisément ; l'action

commence à avoir lieu, même à froid; il se dégage du gaz hydrogène sulfuré pur, et tout se dissout, à l'exception d'une petite quantité de quartz et de pyrite de fer, mais sans aucun dépôt de soufre: la liqueur ne tient en dissolution que de l'antimoine, du fer et une très-petite quantité de zinc. Ces caractères démontrent suffisamment que l'haidingérite est composée de sulfure d'antimoine et de sulfure de fer, et que les deux métaux s'y trouvent au *minimum* de sulfuration.

J'ai procédé à l'analyse comme il suit: pour doser le soufre, j'ai chauffé au creuset d'argent 4 gr. de la poudre bien porphyrisée avec 20 gr. de carbonate de soude sec et 10 gr. de nitre: la réaction a commencé à se manifester à la chaleur sombre, mais sans déflagration ni boursoufflement. A la chaleur rouge, la matière est entrée en pleine fusion bien liquide. Après avoir délayé dans l'eau et bien lavé, il est resté sur le filtre de l'antimoniate de fer d'un rouge d'ocre pâle, qui, à en juger par son poids, devait contenir de la potasse en combinaison. La dissolution, mise en ébullition après avoir été saturée d'acide nitrique pur, afin d'en expulser l'acide carbonique, a donné avec le muriate de baryte un précipité de sulfate de baryte, d'après le poids duquel il a été facile de déterminer la proportion du soufre.

Pour doser le quartz et la pyrite, on a fait bouillir une certaine quantité du minéral en poudre avec de l'acide muriatique concentré; on a fait sécher le résidu et l'on a pesé, puis on l'a traité par l'eau régale; on l'a calciné et on a pesé de nouveau: la matière insoluble était du quartz

pur: on a eu la proportion de la pyrite par différence.

J'ai cherché la proportion de l'antimoine et du fer de deux manières:

1°. J'ai fait dissoudre, par le moyen de l'acide muriatique, une certaine quantité d'haidingérite que j'avais placée dans une cornue dont le bec plongeait dans un vase contenant de l'eau: j'ai remarqué que vers la fin de l'opération il s'est formé dans ce vase un dépôt brun floconneux de sulfure d'antimoine; la quantité en était très-petite, mais je l'ai appréciée. La production de ce sulfure vient de ce qu'au moment où la dissolution a acquis un certain degré de concentration, les vapeurs muriatiques qui s'en dégagent entraînent avec elles une petite quantité de chlorure d'antimoine qui, se condensant dans l'eau déjà chargée d'hydrogène sulfuré, doit se décomposer immédiatement. J'ai ajouté beaucoup d'eau à la dissolution fortement rapprochée, pour en précipiter la plus grande portion de l'antimoine à l'état d'oxi-chlorure, dont la composition est connue. Cet oxi-chlorure était mêlé avec le quartz et la pyrite; mais on a vu que la proportion de ces substances avait été préalablement déterminée.

Le reste de l'antimoine a été précipité de la dissolution par le moyen d'un courant de gaz hydrogène sulfuré; après quoi, la liqueur a été rapprochée et mise en ébullition avec de l'acide nitrique pour amener le fer à l'état de peroxyde et l'on en a précipité ce peroxyde par l'ammoniaque en excès: la dissolution ammoniacale a donné ensuite un léger précipité blanc de sulfure de

zinc lorsqu'on y a versé quelques gouttes d'un hydro-sulfate alcalin.

2°. Après avoir dissous l'haidingérite comme il vient d'être dit, j'ai ajouté de l'acide tartrique à la dissolution, comme l'a indiqué M. H. Rose, et je l'ai ensuite étendue d'eau; elle ne s'est pas troublée, et j'ai pu en précipiter la totalité de l'antimoine à l'état de sulfure par le moyen de l'hydrogène sulfuré; j'ai pesé ce sulfure encore chaud, et je me suis assuré, en le dissolvant dans l'acide muriatique, qu'il ne contenait pas d'excès de soufre. Le fer a été dosé ensuite par l'ammoniaque.

Le résultat moyen de plusieurs analyses a été :

Quartz . . . . .	0,672
Pyrite de fer . . . . .	0,032
Soufre . . . . .	0,283
Antimoine . . . . .	0,483
Fer . . . . .	0,149
Zinc . . . . .	0,003
	<hr/>
	0,982,

ou indépendamment de la gangue,

Soufre . . . . .	0,303, ce qui donne	Sulfure d'antimoine . . . . .	0,715
Antimoine . . . . .	0,520	Proto-sulfure de fer . . . . .	0,255
Fer . . . . .	0,168	Sulfure de zinc . . . . .	0,005
Zinc . . . . .	0,003		
	<hr/>		<hr/>
	0,986		0,975

D'après ce résultat, il est évident que l'haidingérite se compose de 4 atomes de sulfure d'antimoine et de 3 atomes de proto-sulfure de fer; car, dans cette supposition, le calcul donne :

Soufre . . . . .	0,2985-18 at.	ou Sulf. d'antim. . . . .	0,732-4 at.
Antimoine . . . . .	0,5330-4 at.	Pr.-sulf. de fer . . . . .	0,268-3 at.
Fer . . . . .	0,1665-5 at.		
	<hr/>		<hr/>
	1,000		1,000

Sa formule est donc  $3fS^3 + 4SbS^3$ . Cette formule, compliquée en apparence, exprime cependant un rapport très-simple; car elle fait voir que l'haidingérite est constituée de telle manière, que dans le sulfure négatif (le sulfure d'antimoine) il y a deux fois autant de soufre que dans le sulfure positif (le sulfure de fer); le même rapport s'est déjà présenté dans la jammessonite, analysée par M. H. Rose, et qui est composée de 4 atomes de sulfure d'antimoine, combinés avec 3 atomes de sulfure de plomb.

L'existence de l'haidingérite, comme espèce particulière, ne paraît pas pouvoir être contestée; car, d'abord, les sulfures dont elle se compose y sont en proportions atomiques et dans un rapport simple; en second lieu, l'un de ces sulfures, le sulfure d'antimoine, se trouve bien à l'état isolé dans la nature; mais l'autre sulfure, le proto-sulfure de fer, n'existe pas sous cet état, puisque la pyrite magnétique, qui est le moins sulfuré de tous les sulfures de fer natifs, est une combinaison de proto-sulfure et de persulfure. Enfin, comme le proto-sulfure de fer est très-fortement magnétique, s'il n'était que mélangé au sulfure d'antimoine dans le minéral de Chazelles, il communiquerait certainement à ce minéral la propriété de faire mouvoir l'aiguille aimantée: or, j'ai déjà fait observer que l'haidingérite ne possède pas cette propriété; il y a donc combinaison entre les deux sulfures.

On imite très-facilement l'haidingérite par synthèse; les deux sulfures d'antimoine et de fer peuvent se combiner en toutes proportions à la température de leur fusion, et il est probable qu'on les trouvera aussi dans la nature unis

en d'autres proportions que dans le minéral de Chazelles.

Dans les fabriques de France, pour préparer le régule d'antimoine, on est dans l'usage de griller le sulfure au four à réverbère, et de fondre ensuite la matière grillée dans des creusets avec du carbonate de potasse et du charbon. Il est clair qu'en appliquant ce procédé, comme on l'a fait, à l'haidingérite, on ne pouvait pas en extraire de l'antimoine pur; car la matière grillée est un mélange d'oxide d'antimoine et d'oxide de fer: or, ces deux oxides étant presque aussi facilement réductibles l'un que l'autre, et les deux métaux ayant une grande tendance à se combiner, il doit se produire, avec les flux réductifs, de l'antimonure de fer; c'est effectivement ce qui a lieu, et je me suis assuré, par des expériences en petit, qu'il ne reste pas la plus petite trace de fer dans les scories quand le minéral a été complètement désulfuré par le grillage.

Il sera très-facile d'ailleurs d'extraire de bon régule du minéral de Chazelles, et comme le gîte est abondant, il est à souhaiter qu'on ne tarde pas à en reprendre l'exploitation. J'ai publié, dans les *Annales des Mines*, t. X, p. 153, plusieurs procédés que l'on pourra employer. Le plus facile à exécuter consisterait à fondre les minerais dans des creusets ou dans des fours à réverbère, avec addition de fer et d'un peu de sulfate de soude mêlé de charbon. En n'ajoutant que la proportion de fer strictement nécessaire, l'antimoine serait seul désulfuré, et le sulfure de fer qui se trouve dans le minéral, ainsi que celui qui résulterait de la réaction du fer métallique sur le sulfure d'antimoine, resterait en

totalité dans la scorie, rendue très-fluide par la présence du sulfure de sodium.

La proportion rigoureuse de fer à employer serait de 6 atomes pour 1 atome de minéral pur, ou 33,7 pour  $\frac{1}{3}$ ; mais il serait convenable de se tenir toujours au-dessous de cette proportion, au risque de perdre un peu de sulfure d'antimoine dans les scories; parce que, s'il y avait excès de fer, si l'on en considérait une certaine proportion avec l'antimoine, ce qui en altérerait beaucoup la qualité.

46. Sur le BI-SULFURE DE CUIVRE qui se forme actuellement au Vésuve; par M. N. COVELLIX (Ann. de Ch., t. 35, p. 195.)

Il se forme constamment autour des fumerolles du Vésuve une série de produits très-variés. On y trouve du chlorure de plomb en cristallisations blanches ou jaunes; l'acide hydrosulfurique qui se fait jour de l'intérieur des fumerolles réagit sur le chlorure, et de là résulte du sulfure de plomb en petites écailles. D'autres fumerolles produisent en même temps du cuivre oxide noir en feuilles très-minces, souples, métalloïdes et très-éclatantes par la réaction de la vapeur d'eau sur le chlorure de cuivre à la température rouge. A côté, se forme le peroxyde de fer écailleux métalloïde par la réaction de la même vapeur sur le perchlorure de fer, pendant que, plus loin, cette vapeur, réagissant sur des mélanges de chlorure et de perchlorure du même métal, produit le fer toligiste en petits cristaux agrégés sur les scories. L'acide hydrochlorique, qui résulte de ces réactions, et l'acide sulfurique qui se forme par la décomposition des hydrosulfures et

des sulfites, attaquent directement le fer, la chaux, le cuivre, l'alumine, la potasse, etc., des laves, et de là résultent d'autres productions qui garnissent les parois de ces fumerolles.

Je suis descendu dans le cratère, et je me suis arrêté sur sa pente à 300 pieds du bord de la grande échancrure. Les fumerolles qui m'ont arrêté montrent les plus belles cristallisations de sulfate de chaux en lames divergentes nacrées et de soufre. En fouillant dans l'intérieur de ces fumerolles, j'ai trouvé sur les scories une espèce d'enduit qui offre toutes les nuances du noir, du bleu et du vert mêlés. Quelquefois la même substance prend l'aspect de la toile d'araignée. Je l'ai examinée chimiquement, et j'ai reconnu que les parties noires sont du bi-sulfure de cuivre et que les autres parties sont des mélanges de ce bi-sulfure et de sulfate et hydrochlorate de cuivre; il est évident que le bi-sulfure se forme par la réaction des vapeurs d'acide hydrosulfurique sur le sulfate et sur l'hydrochlorate de cuivre.

J'ai condensé les vapeurs qui se dégagent des fumerolles dans un petit appareil de verre, qui m'a donné en une demi-heure plus d'une demi-livre de liquide. Ce liquide se compose d'eau, qui tient en dissolution un peu d'acide hydrosulfurique et d'acide hydrochlorique.

47. *Analyse des produits des USINES A CUIVRE de Freyberg*, par M. Lampadius. (Arch. mét., t. 15, p. 396.)

Les mattes et le cuivre noir d'Untermuld sont composés de :

	Mattes.		Cuiv. noir.
Cuivre...	0,2982	} 0,9883.	0,6950
Fer. . . .	0,4239		0,0673
Plomb...	0,0694		0,0600
Zinc. . . .	0,0170		0,0200
Nickel...	0,0250		0,0832
Soufre...	0,1200		traces.
Arsenic. .	0,0340		0,0352
Argent ..	0,0008		0,0054
Cobalt. . . .			0,0130
Bismuth. . . .			0,0100

Les mauvaises scories d'affinage du cuivre donnent, par la réduction, un alliage composé de :

Nickel. . .	0,3520	} 1,9739.
Cuivre. . .	0,2759	
Cobalt. . .	0,1970	
Plomb. . .	0,1240	
Fer. . . .	0,0250	

48. *Analyse de la mine de plomb de Pitzbrann, dite QUEUE DE PLOMB*; par M. John. (Bül. de Ferrus., t. 10, p. 429.)

Plomb. . . . .	0,761	} 1,0981
Zinc. . . . .	0,060	
Argent. . . . .	0,004	
Étain, nickel, antimoiné, cobalt. .	trace.	
Soufre. . . . .	0,150	
Sélénium. . . . .	0,025	

49. *Analyse du PHOSPHATE DE PLOMB ORANGE*, par le rév. V. Vernon. (The phil. Mag., 1827, p. 321.)

Le phosphate de plomb orange doit sa couleur à du chromate de plomb. J'ai trouvé dans un échantillon :

Phosphate de plomb. . . . .	0,8766	} 1,0000.
Chlorure de plomb. . . . .	0,1007	
Chromate de plomb. . . . .	0,0120	
Eau et matière combustible. . . . .	0,0040	
Quarz, chaux, oxide de fer. . . . .	0,0067	

Pour faire l'analyse, j'ai dissous dans l'acide nitrique étendu; j'ai précipité la plus grande partie du plomb par l'acide sulfurique, puis j'ai fait bouillir avec de l'acide oxalique, qui a converti l'acide chromique en oxide, et j'ai précipité cet oxide par la soude; mais comme il était mêlé d'un peu de chaux et de plomb, je l'ai redissous dans l'acide oxalique; j'ai fait passer de l'hydrogène sulfuré dans la liqueur, et j'ai précipité l'oxide purifié par le moyen de la soude: on ne pourrait pas employer l'ammoniaque pour cet usage, parce qu'il ne précipiterait pas tout l'oxide.

On ne peut pas non plus se servir d'acide citrique ni d'acide tartrique pour ramener l'acide chromique à l'état d'oxide, parce qu'il se forme des sels doubles qui ne sont pas décomposables par les alcalis.

50. *Analyse du JAUNE DE COLOGNE*; par M. Bouton Charlard. (J. de Ph., 1827, p. 223.)

On vend à Paris, sous le nom de *poudre de Cologne*, une couleur d'un jaune éclatant, qui doit sa nuance au chromate de plomb. J'y ai trouvé :

Chromate de plomb. . . . .	0,25	} 1,00.
Sulfate de plomb. . . . .	0,15	
Sulfate de chaux. . . . .	0,60	

On l'imite parfaitement par le moyen suivant: on prend des débris de statues de plâtre, on les réduit en poudre très-fine, on délaie cette poudre

dans l'eau, puis on y ajoute une dissolution de chromate de potasse et ensuite la quantité d'acétate de plomb nécessaire pour décomposer le chromate. Le sulfate de plomb est un ingrédient évidemment accidentel.

51. *Analyse des produits des USINES A PLOMB de Freyberg*; par M. Lampadius. (Arch. métal., t. 15, p. 389.)

La galène grillée contient:

Sulfure non décomposé. . . . .	0,105
Oxide de plomb. . . . .	0,592
Sulfate de plomb. . . . .	0,305.

Les mattes de plomb d'Untermuld contiennent :

Fer. . . . .	0,4453	} 0,9773.	0,4090	} 0,9766.
Plomb. . . . .	0,2300		0,2500	
Zinc. . . . .	0,0830		0,0712	
Cuivre. . . . .	0,0520		0,0612	
Cobalt. . . . .	trace.		0,0150	
Nickel. . . . .	trace.		0,0235	
Antim. . . . .	0,0120		0,0100	
Soufre. . . . .	0,0800		0,0800	
Arsenic. . . . .	0,0730		0,0545	
Argent. . . . .	0,0020		0,0022	

J'ai trouvé dans les plombs d'œuvre :

	du minéral.	des mattes.	du schlich	des scories.
Plomb. . . . .	0,9385	— 0,9400	—	0,9201
Cuivre. . . . .	0,0100	— 0,0110	—	0,0150
Zinc. . . . .	0,0157	— 0,0140	—	0,0151
Fer. . . . .	0,0032	— 0,0040	—	0,0037
Antimoine. . . . .	0,0043	— 0,0042	—	0,0060
Arsenic. . . . .	0,0215	— 0,0112	—	0,0310
Argent. . . . .	0,0086	— 0,0061	—	0,0060
	0,0018	0,9905	0,9969	

Les sublimés des fourneaux à manche et des fourneaux à coupelles sont composés de :

	Les 1 <sup>res</sup> .	Les 2 <sup>es</sup> .
Oxide de plomb . . .	0,3840	0,4830
Oxide de zinc . . .	0,4933	0,2570
Acide carbonique . . .	0,0700	0,0453
Acide sulfurique . . .	0,0350	0,0000
Acide arsénique . . .	0,0121	0,1440
Oxide d'antimoine . . .		0,0397
Oxide de bismuth . . .		0,0043
Argent . . . . .	0,0011	0,0010

} 0,9955.                      } 0,9743.

Les poussières du fourneau à manche qui ont été analysées sont celles qui se déposent sur les parois antérieures au-dessus de *la trace*.

Le *speiss* est une matière métallique qui forme une couche fondue de 1 à 2 pouces d'épaisseur au-dessus du bain de plomb. Un *speiss*, obtenu en 1799, s'est trouvé composé de :

Nickel . . . . .	0,3552	} 0,9878.
Bismuth . . . . .	0,1870	
Plomb . . . . .	0,1513	
Cobalt . . . . .	0,1242	
Cuivre . . . . .	0,0210	
Fer . . . . .	0,0150	
Soufre . . . . .	0,0300	
Arsenic . . . . .	0,1030	
Argent . . . . .	0,0011	

Trois scories des fourneaux à manche ont donné :

	(1)	(2)	(3)
Silice . . . . .	0,3070	0,2854	0,5134
Protoxide de fer . . . . .	0,4500	0,4610	0,0721
Oxide de plomb . . . . .	0,0630	0,0410	0,0110
Oxide de zinc . . . . .	0,0403	0,0300	0,0000
Baryte . . . . .	0,0101	0,0100	0,1520
Chaux . . . . .	0,0530	0,0851	0,1010
Alumine . . . . .	0,0370	0,0540	0,0240
Acide sulfurique . . . . .	0,0100	0,0245	0,0650
Matières mélangées . . . . .	0,0215	0,0100	0,0000
Argent . . . . .	0,0001	0,0001	trace.
Acide fluorique . . . . .	trace.	trace.	0,0231
	0,9920	0,9991	0,9616

(1) Scorie provenant de la fonte au charbon de bois.

(2) Scorie provenant de la fonte au coke.

(3) Anciennes scories de Halsbruck. Elles proviennent de la fusion d'un mélange de galène et de minerais d'argent *maigres*, qui contenaient beaucoup de sulfate de baryte et de fluaté de chaux. On les emploie maintenant pour fondre les mattes de plomb.

L'argent de coupelle de Halsbruck contient :

Argent . . . . .	0,92180	} 0,99094.
Plomb . . . . .	0,04210	
Cuivre . . . . .	0,02104	
Nickel . . . . .	0,00600	

Les *abstrichs* renferment 0,20 d'arsenic.

Les *litharges noires* sont composées de :

Oxide de plomb . . . . .	0,95540	} 0,99815.
Acide arsénique . . . . .	0,02300	
Oxide de zinc . . . . .	0,01120	
Oxide de cuivre . . . . .	0,00532	
Oxide de fer . . . . .	0,00320	
Argent . . . . .	0,00003	

La *litharge rouge* contient 0,26 de minium.

Le plomb de chasse que l'on prépare à Freyberg renferme 0,25 d'arsenic.

## 52. Description du STERNBERGITE; par M. Haider. (Trans. d'Édim., t. 10.)

Ce minéral provient des mines de Joachimsthal. Sa forme primitive est une pyramide scalène à quatre faces, dont les angles sont de  $128^{\circ}49'$ ,  $84^{\circ}28'$  et  $118^{\circ}$ . Le rapport de ses axes et des diagonales est de  $1 : \sqrt{1,422} : \sqrt{0,484}$ . Sa forme ordinaire est le prisme droit à six faces aplati; les lames se plient comme des feuilles d'étain. La

couleur du minéral est celle du tombac; il est composé d'argent, de soufre et de fer; il se rapproche par ses caractères de l'argent sulfuré flexible de M. de Bournon.

53. *Analyse des produits du traitement des MINÉRAIS D'ARGENT de Freyberg*; par M. Lampadius. (Arch. mét., t. 15, p. 382.)

Mattes d'Untermuld (1824 et 1825).

	(1)	(2)	
Fer. . . . .	0,5800	0,5850	} 0,9704.
Plomb. . . . .	0,1225	0,0923	
Zinc. . . . .	0,0300	0,0230	
Cuivre. . . . .	0,0200	0,0311	
Antimoine. . . . .	0,0614.	0,0140	
Soufre. . . . .	0,1875	0,1700	
Arsenic. . . . .	0,0200	0,0530	
Argent. . . . .	0,0014	0,0020	

(1) Matte provenant de la fonte du minéral *maigre* avec des pyrites.

(2) Matte provenant de la fonte du minéral *maigre* sans addition de pyrites.

Les mattes (1) grillées contiennent :

Protoxide de fer. . . . .	0,7801	} 0,9858.
Oxide de plomb. . . . .	0,0912	
Oxide de cuivre. . . . .	0,0318	
Oxide de zinc. . . . .	0,0220	
Oxide d'antimoine. . . . .	0,0146	
Acide arsénique et arsenic. . . . .	0,0172	
Acide sulfurique. . . . .	0,0270	
Argent. . . . .	0,0019	

Scories de fonte crue :

	(1)	(2)	
Protoxide de fer. . . . .	0,5340	0,4900	} 0,9905.
Baryte. . . . .	0,0601	0,0453	
Alumine. . . . .	0,0411	0,0450	
Chaux. . . . .	0,0315	0,0340	
Oxide de zinc. . . . .	0,0302	0,0250	
Magnésie. . . . .	0,008	0,0100	
Silice. . . . .	0,2613	0,3202	
Acide sulfurique. . . . .	0,0212	0,0210	

(1) Scories d'Untermuld (1799), provenant d'une fonte crue de minéral.

(2) Scories de Halsbruck (1825), provenant d'une fonte crue opérée sur des scories et des résidus d'amalgamation.

La poussière sublimée qui se dépose au-dessus de la trace est composée de :

Oxide de zinc. . . . .	0,950	} 0,981.
Oxide de plomb. . . . .	0,015	
Acide carbonique. . . . .	0,015	
Argent. . . . .	0,001	

Il se dépose sur les parois des fourneaux, à la partie supérieure, de la galène régénérée, dans laquelle j'ai trouvé :

Plomb. . . . .	0,8539	} 1,0002.
Zinc. . . . .	0,0120	
Soufre. . . . .	0,1338	
Argent. . . . .	0,0005	

On trouve au-dessus de la trace, dans l'intérieur des fourneaux, une matière noire qui ressemble à de la blende, et qui contient :

Zinc. . . . .	0,6420	} 0,9742.
Soufre. . . . .	0,2510	
Oxigène. . . . .	0,0500	
Plomb. . . . .	0,0270	
Fer. . . . .	0,0045	
Argent. . . . .	0,0003	

54. *Analyse des produits de l'AMALGAMATION à Freyberg*; par M. Lampadius. (Arch. mét., t. 15, p. 398.)

On sait que l'on traite par l'amalgamation à Freyberg, un mélange de minerais *maigres* et de minerais pyriteux. On grille ce mélange avec addition de 10 pour 100 de sel marin, avant de le tourner avec du mercure. J'ai reconnu, par des expériences souvent répétées, que les  $\frac{6}{7}$  au moins de l'argent contenu dans le minéral grillé s'y

trouvent à l'état de chlorure, et j'ai constaté, par des essais en petit, que, si l'on n'ajoutait pas de sel marin, la moitié de l'argent se transformerait en sulfate soluble dans l'eau.

Les poussières et les cadmies qui se dégagent pendant le grillage sont composées de :

	Poussière.	Cadmie.
Minéral en poudre.	0,89980	— 0,05004
Suie de houille. . . . .	—	0,09850
Arsenic gris. . . . .	0,09100	— . . . . .
Acide arsénique. . . . .	—	0,85100
Argent. . . . .	0,00145	— 0,00072

L'amalgame contient :

Mercure. . . . .	0,82352
Argent, etc. . . . .	0,17550

L'alliage qui provient de la distillation de cet amalgame est composé de :

Argent. . . . .	0,6900	} 0,9917.
Cuivre . . . . .	0,2820	
Plomb. . . . .	0,0073	
Nickel. . . . .	0,0034	
Arsenic. . . . .	0,0040	
Antimoine. . . . .	0,0030	
Mercure. . . . .	0,0020	

On fond ce résidu de distillation dans des creusets placés dans un fourneau qui est muni de chambres de condensation : on recueille, dans ces chambres, des poussières dans lesquelles j'ai trouvé :

Charbon. . . . .	0,4132	} 0,9864.
Poussière de cendres. . . . .	0,2920	
Argent métallique. . . . .	0,1810	
Acide arsénique. . . . .	0,0245	
Oxide d'antimoine. . . . .	0,0200	
Oxide de plomb. . . . .	0,0112	
Oxide de cuivre. . . . .	0,0100	
Mercure. . . . .	0,0170	
Sels des cendres. . . . .	0,0175	

Il est probable que l'argent a été entraîné par le gaz nitreux et non pas volatilisé.

L'argent qui provient du traitement du résidu de l'amalgame par le grillage et l'acide sulfurique contient :

Argent. . . . .	0,97657	} 0,99999.
Cuivre. . . . .	0,02201	
Soufre. . . . .	0,00141	

Le soufre provient d'un reste de sulfate de cuivre, qui se change ensuite en sulfure.

55. *Sur la composition de l'OR ARGENTIFÈRE*; par M. J.-B. Boussingault. (An. de Ch., t. 34, p. 408.)

Ayant eu occasion d'examiner un assez grand nombre d'échantillons d'or natif, provenant de la Colombie, je me suis convaincu que, dans l'or natif argentifère, l'or se trouve uni à l'argent en proportions définies, et dans un rapport tel qu'un atome d'argent est combiné avec plusieurs atomes d'or. Dans ces combinaisons, l'or joue le rôle d'élément électro-négatif. Jusqu'ici j'ai rencontré dans l'or natif argentifère un atome d'argent uni à 2, 3, 5, 6 et 8 atomes d'or; mais il est vraisemblable qu'il existe encore d'autres combinaisons.

J'ai fait les analyses par le moyen de l'inquartation et du départ, en voici les résultats :

	Santa-Rosa. (1)	Transylvanie. (2)	Mar-mato. (3)	Titiribi. (4)	Otramina. (5)	Guanano. (6)
Or. . . . .	0,6493	0,6452	0,7345	0,7400	0,7340	0,7368
Argent. . . . .	0,3507	0,3548	0,2648	0,2600	0,2660	0,2632
	1,0000	1,0000	0,9993	1,0000	1,0000	1,0000

	Trini- dad. (7)	Ojas anchas (8)	Mal- paso. (6)	Rio- Sucio. (10)	Llano. (11)	Baja. (12)
Or.....	0,8240	0,8450	0,8824	0,8794	0,8858	0,8815
Argent.....	0,1760	0,1550	0,1176	0,1206	0,1142	0,1185
	1,0000	0,1000	1,0000	1,0000	0000'1	1,0000

(1) *Or natif de Santa-Rosa de Osos, province d'Antioquia.* Pépyte du poids de 710 grains, trouvée dans une mine d'alluvion, d'un jaune pâle tirant sur le vert. Sa pesanteur spécifique est de 14,149.

(2) *Or de Transylvanie.* Cristaux cubiques d'un jaune très-pâle.

Ces deux échantillons se rapportent à l'électrum de Klapproth, dans lequel il a trouvé :

Or. . . . . 0,64 }  
Argent. . 0,36 } 1,00.

et qui contient :

Or. . . . . 2 at.—4972—0,6477  
Argent . 1 at.—2703—0,3523.

(3) *Or natif de Marmato, province de Popayan;* en cristaux octaèdres et cubiques d'un jaune assez pâle, provenant d'un filon de pyrite qui traverse une syénite porphyrique. Pesanteur spécifique 12,666.

(4) *Or natif de Tétiribi, province d'Antioquia;* se trouve dans une argile très-ferrugineuse, répandu en couches peu épaisses, sous un amas de cailloux de quartz roulés.

(5) *Or natif de la Otrá-Mina, près Tétiribi;* en cristaux octaèdres d'un jaune pâle, dans une gangue d'oxide de fer.

(6) *Or natif del Guano, près Marmato;* d'un jaune de laiton.

Les échantillons (3), (4), (5) et (6) sont évidemment formés de :

Or. . . . 3 at.—7458—0,734

Argent . 1 at.—2703—0,266.

(7) *Or natif de la Trinidad, près Santa-Rosa de Osos;* couleur foncée, vient d'une mine d'alluvion, il est formé de :

Or. . . . 5 at.—12433—0,8214

Argent. . 1 at.— 2703—0,1786.

(8) *Or natif de Ojas-anchas; province d'Antioquia,* en feuilles d'un jaune rougeâtre, venant d'une mine d'alluvion; il est formé de :

Or. . . . 6 at.—14916—0,8471

Argent . 1 at.— 2703—0,1519

(9) *Or natif de Malpaso, près Mariquita;* on l'extrait d'une mine d'alluvion; il est en petits grains aplatis, irréguliers, d'une couleur jaune assez foncée : il pèse 14,706.

(10) *Or natif de Rio-Sucio, près Mariquita;* en grains irréguliers, assez gros, d'une couleur foncée. Pesanteur spécifique, 14,690. Il provient d'une mine d'alluvion.

(11) *Or natif del Llano;* on l'extrait du terrain appelé *el Llano*, qui occupe le fond du bassin de la Véga de Supia. Cette alluvion, formée de débris porphyriques, est supportée par une roche arénacée qui a beaucoup de rapport avec le grès bigarré. L'or du Llano est en petits grains aplatis; il a une teinte rougeâtre particulière qui lui a fait donner le nom de *oro colorado*.

(12) *Or natif de la Baja, près Pamplona;* sa structure est poreuse; il renferme quelques particules de quartz et d'oxide de fer.

On doit considérer les échantillons (9), (10), (11) et (12) comme formés de :

Or. . . . 8 at.—19888—0,8874  
Argent . 1 at.—2703—0,1196.

Jusqu'à présent le plus grand nombre d'atomes d'or que j'aie trouvés unis à un atome d'argent est huit; mais il est vraisemblable que ce nombre peut s'élever jusqu'à douze : du moins m'a-t-on assuré que l'or natif argentifère que l'on apporte à l'hôtel des monnaies de Bogota est ordinairement au titre de 22 karats; ce qui revient à dire qu'il contient :

Or. . . .  $\frac{22}{24}$ —0,92—12 at.  
Argent. .  $\frac{2}{24}$ —0,08— 1 at.

Il est très-remarquable que la pesanteur spécifique de l'or natif argentifère soit inférieure à celle que l'on calcule d'après les quantités respectives d'or et d'argent qui entrent dans sa composition; tandis que si on le fond, l'alliage fondu possède une densité seulement un peu inférieure à la moyenne des deux métaux. Ainsi

L'or de Marmato, pèse..	12,666,	par calcul on a	16,931
L'or de Malpaso . . . . .	14,706		18,223
L'or de Santa-Rosa . . . .	14,149		16,175
et l'or de Malpaso fondu pèse.			18,100

Dans les analyses ci-dessus, on a constamment rencontré un atome d'argent uni à plusieurs atomes d'or. Cependant, il paraît qu'il peut exister des combinaisons dans lesquelles une proportion d'or se trouverait combinée à plusieurs proportions d'argent : ainsi l'argent aurifère de *Schlangberg en Sibérie* dans lequel le docteur Forlice a trouvé :

Or. . . . 0,28  
Argent...0,72

pourrait bien être un aurure composé de

Or. . . . 1 at.—2486—0,31  
Argent . 2 at.—5406—0,69.

et sous ce point de vue l'argent aurifère mériterait d'être examiné de nouveau.

56. *Quantité d'or exploitée en Sibérie, depuis la découverte des mines en 1814 jusqu'à 1826 inclusivement.* (Journ. des mines russes. Août, 1827.)

L'exploitation de ces mines va toujours en augmentant. En 1814, on en a extrait 16 pounds d'or. Depuis leur découverte, l'extraction totale a été de 981 pounds 29 livres, ou environ 19,570 kilogrammes, et le produit annuel de 250 pounds.

Le 26 mars 1826, on a trouvé dans la mine de Zlato-Oust un pépyte d'or du poids de 24 livres 69 zolotniks.

57. *Examen du SABLE PLATINIFÈRE de l'Oural;* par M. Breithaupt. (An. der Phy., 1826, p. 500.)

On distingue dans ce sable, 1°. des grains de platine; 2°. des grains d'or; 3°. de l'*iridosmine* ou osmiure d'iridium; 4°. des grains aplatis d'un blanc d'argent; 5°. de l'isérine. Il y a deux sortes de grains de platine : les uns sont identiques avec le platine d'Amérique : leur forme dérive du cube; les autres sont faiblement magnétiques; leur densité est de 14,6 à 15,7 : ce sont des alliages de platine et de fer. La forme de l'*iridosmine* est celle d'un prisme hexagonal divisible très-nettement dans le sens de la base : sa densité est de 18. Les grains blancs aplatis sont

probablement du palladium : leur pesanteur spécifique est de 12 à 13.

58. *Sur le minéral de PLATINE de Sibérie.* (Journ. des mines russes. Août 1827.)

Le platine a été découvert en Sibérie en 1824 : depuis cette époque jusqu'au 1<sup>er</sup> janvier 1827 on en a extrait 27 pounds 6 livres, ou environ 540 kilogrammes.

Au mois de juin 1827, on en a trouvé, auprès des usines de Nijnéi-Taguile, un morceau de plus d'un pied de circonférence et du poids de 10 à 11 livres. Ce morceau est compacte, mais couvert de protubérances et criblé de cavités : sa couleur est le gris de plomb clair ; la surface des protubérances est unie et comme forgée : l'intérieur des cavités est granuleux et enduit d'argile ferrugineuse d'un brun rougeâtre : avec un peu d'attention, on reconnaît que quelques-uns des grains qui présentent les cavités sont des cubes et des octaédres. La pesanteur spécifique de la masse est de 16,16. D'après des essais approximatifs, elle contient 0,50 de platine pur. Elle a été trouvée dans un banc d'argile que l'on exploite pour en faire des briques.

## NOTICE

*Sur les hauts-fourneaux du Hartz ;*

PAR M. AUGUSTE PERDONNET,

Ancien Élève de l'École polytechnique et de l'École des Mines.

Nous parlerons :

- 1°. Des hauts-fourneaux du Hanovre,
- 2°. De ceux du Brunswick,
- 3°. Du haut-fourneau de Magdespring dans la principauté d'Anhalt Bernbourg.

Il sera convenable pour compléter les renseignements que renferme cette Notice de les comparer avec ceux que donne sur le même sujet M. Héron de Villefosse, dans les 1<sup>er</sup> et 2<sup>e</sup> volumes de la *Richesse minérale*, et que nous avons évité de répéter toutes les fois que cela n'était pas absolument nécessaire.

Dans le Haut-Hartz, où les bois durs ne croissent pas, on brûle presque uniquement des charbons de sapin (*pinus abies*, de Linné) ; dans le Bas-Hartz, on emploie des mélanges de charbon de hêtre et de charbon de bois tendre, ou du charbon de hêtre seulement.

La coupe des sapins pour charbons a lieu à soixante ou soixante-dix ans, celle des hêtres de soixante-dix à quatre-vingts ans et celle des chênes de quatre-vingts à cent ans.

La carbonisation des bois se fait en meules, d'après des méthodes qui diffèrent peu de celles que l'on suit en France. Pour obtenir une *karre* de char-

Plan de la notice.

Combustible.

Époques des coupes pour charbon.

Mode de carbonisation des bois.

bon (qui est de 100 pieds cubes (1), pour le charbon de bois tendre et de 90 pieds cubes pour le charbon de bois dur), on emploie :

Si c'est du sapin, bois de quartier, 2 matter  $\frac{1}{2}$  (2) (200 pieds cubes) ;

Si c'est du sapin, bois de souche, 3 matter (240 pieds cubes) ;

Si c'est du hêtre, bois de souche, 2 matter (160 pieds cubes).

Les frais de carbonisation sont variables suivant les localités ; ils ont été, dans un cas particulier, pris parmi ceux qui se présentent le plus ordinairement, de 14 groschen 5 pfennings (3) (environ 2 fr. 50 c.) pour chaque karre (environ 2 mètr. 489 cent.). Le mélange de bois carbonisé renfermait, en volume, deux de hêtre contre trois de sapin, bois de souche, et dix de sapin, bois de quartier.

Préparation  
mécanique  
des  
minerais.

Nous avons énuméré dans un article précédent les variétés de minerais traités dans les usines du Hartz. Ceux-ci ne subissent d'autre préparation mécanique qu'un simple triage dans la mine. Des enfans occupés à ce travail s'attachent sur-tout à séparer les parties nuisibles, telles que le sulfate de baryte.

Essai des  
minerais.

Les minerais sont ensuite essayés au creuset brasqué, d'après les méthodes ordinaires.

Grillage.

Dans le Hanovre, ils sont tous grillés, si ce n'est ceux qui, réduits en particules trop menues, se prêteraient difficilement à cette opéra-

(1) Le pied en usage au Hartz est le pied de Calenberg = 0<sup>m</sup>,292.

(2) Le matter est de 80 pieds cubes.

(3) D'après M. de Villefosse, l'écu de Hanovre est de 4 f. 42. Il se divise en 24 bons gros et le gros en 12 pfennings.

tion faite en tas. On grille même quelquefois les scories d'affinage, que l'on passe avec les minerais.

Le grillage a lieu dans la cour de l'usine ; on stratifie le minéral avec le menu charbon, dont on tirerait peu de parti pour d'autres usages.

La consommation en combustible est donnée dans le tableau page 293 ; elle varie entre 3 et 5 maas (1) (30 et 50 pieds cubes) pour 100 pieds cubes de minéral. Cela fait environ 3 à 4 livres de charbon pour 100 livres de minéral.

La perte en poids est variable.

Une espèce de four à chaux à foyers latéraux a été établi à *Rothehütte* pour le grillage des gros morceaux, et on avait le projet de construire des fours à réverbère pour griller le menu. Quelques expériences ont été faites dans le four à chaux, en voici le résumé.

En dix-huit jours on a chargé :

Minéral cru . . . 405 foudres (2) (8505 pieds cub. = 51844x.).

(1) Le maas est une subdivision de la karre. Il contient 10 pieds cubes.

La charge en charbon de 250 livres étant évaluée à Blend à 40 pieds cubes, nous regardons le poids du pied cube de charbon de bois tendre comme égal environ à 6 ou 6 et  $\frac{1}{2}$  livres.

La livre employée dans les usines du Hartz est celle de Cologne, dont il entre 110 dans le quintal = 51 kil. 45.

Le foudre de 21 pieds cubes, pesant, à *Rothehütte* 12 quint. 88 liv., nous regardons le poids de 100 pieds cubes de minéral comme égal environ à 60 quintaux = 6,600 livres.

(2) Le foudre est une mesure de capacité, variable suivant les localités où l'on exploite le minéral. On en em-

On a obtenu :

Minérai grillé. 305 foudres (6405 pieds cubes).

On a brûlé 12,600 fagots (1).

Les frais de main-d'œuvre ont été en totalité 51 écus, 100 pieds cubes de minérai cru ont donc donné environ 75,30 minérai grillé en 21 jours, la consommation a été 148,15 fagots, et les frais de main-d'œuvre 14 gros. 5 pfen. (environ 2 fr. 50 c.).

Le minérai grillé était retiré par les ouvertures où sont placés les foyers.

Les minerais grillés sont pulvérisés sous des marteaux de fonte. On ne les amène qu'à la grosseur d'une noisette s'ils sont fusibles sans addition.

Formation  
du lit de fu-  
sion.

On forme le lit de fusion sur le plancher au niveau du gueulard, en stratifiant aussi uniformément que possible les différentes variétés de minérai et de fondant, de manière qu'ils contiennent une certaine quantité de fer et un mélange de gangue fusible. La première condition est facile à remplir, parce que les essais ont fait connaître la richesse de chaque minérai. La seconde est déterminée par la connaissance que l'on a d'avance de leur nature, ou que l'on acquiert par la vue.

Essai du lit  
de fusion.

On fait toutefois un nouvel essai pour s'assurer qu'on a atteint le point de fusion convenable. Un pied cube du lit de fusion est séché sur

plote quelquefois de différentes grandeurs dans une même usine. Celui de Rothehütte = 21 pieds cubes.

(1) Le fagot a environ 2 pieds de long sur 9 pouces de diamètre.

une plaque de fonte qu'on amène au-dessus du gueulard, en faisant tourner une potence à laquelle elle est suspendue. On mélange bien le tout et on en prend  $\frac{1}{4}$  loth (1) pour l'essai.

Il convient que le lit de fusion ne soit pas trop riche, afin qu'il se forme une quantité de laitiers suffisante pour préserver le bain de fonte de l'oxidation. A Elend, on regarde comme un point de richesse avantageux 36 à 38 pour 100. On s'élève quelquefois à 40, rarement au-dessus. Stunkel (2) dit que 60 pour 100 est la limite supérieure pour des minerais non manganésifères, mais que cette limite est plus élevée pour les minerais manganésifères.

Richesse du  
lit de fusion.

L'assortiment des gangues est aussi fort important, car on sait que le degré de fusibilité du laitier a une grande influence dans le travail. Le plus souvent, à Elend, où l'on traite les minerais d'Elbingerode, le lit de fusion contient :

Assortiment  
des gangues.

Minérai calcaire.. 2 parties,

Minérai argileux.. 1,

Minérai siliceux.. 1,

quelquefois seulement  $\frac{1}{4}$  de minérai calcaire.

Les minerais manganésifères sont ordinairement mêlés avec ceux qui contiennent du sulfate de baryte. Au dire de tous les ingénieurs du Hartz et de M. Hausmann, les premiers corrigent les seconds.

La nature du minérai ou du combustible influant sur la forme, les dimensions et le travail des hauts-fourneaux, nous diviserons les usines du Hartz hanovrien en trois classes.

Partage des  
fourneaux  
du Hartz en  
trois classes  
d'après la  
nature des  
minerais et  
des combust.

(1) Le loth = une demi-once.

(2) *Beschreibung der Eisenhütten*, etc. Göttingue, 1803, page 8.

tibles qu'on y emploie.

1<sup>o</sup>. Celles où l'on traite presque uniquement des fers oxidés rouges ou bruns avec des charbons de bois tendre ou un mélange de charbons de bois tendre et de charbons de bois dur (*Elend, Altenau, Königshütte, Steinrenne*). Nous prendrons pour type de cette classe l'usine d'Elend.

2<sup>o</sup>. Celles où l'on traite également des fers oxidés rouges ou bruns, mais avec des charbons de bois dur seulement. Il n'y en a qu'une seule, celle de *Sollingue*.

3<sup>o</sup>. Celles où l'on traite principalement des hématites très-manganésifères et des fers spathiques. L'usine de Gittelde est la seule de cette espèce ; elle appartient en commun au Hanovre et au Brunswick, et où l'on brûle un mélange de charbons de bois dur et de charbons de bois tendre.

1<sup>re</sup>. Classe.  
Fourneau d'Elend.  
Forme et dimensions.

Les dimensions du fourneau d'Elend sont indiquées dans le tableau ci-contre.

On voit que le gueulard est très-large, le puits presque cylindrique, et les étalages peu inclinés.

Le fourneau a deux tuyères; elles sont placées sur les deux faces opposées, l'une à 5 pouces de la rustine et à 15 pouces de la tympe, l'autre à 15 pouces de la rustine et à 5 pouces de la tympe. Leur direction est parallèle à celle des faces de tympe et de rustine. Elles s'élèvent de 5 à 6 degrés vers les étalages : elles sont en cuivre.

Les parois de l'ouvrage sont construites en pierre de grès réfractaire; celles du puits le sont également jusqu'à une certaine hauteur, à partir de laquelle elles sont faites en briques.

Machine soufflante et quantité d'air projetée dans le fourneau.

Les soufflets du haut-fourneau d'Elend sont de mauvais soufflets à caisses en bois, qui ne paraissent pas donner au-delà de 600 à 700 pieds

eaux du Hartz, en 1826.

Superficie des buses.	Quantité d'air calculée.		Quantité d'air présumée être projetée dans le fourneau.		Pression moyenne indiquée par le manomètre.		Observations.
	po. carrés	po. cub.	po. cub.	po. cub.	En poids sur le po. carré.	En hauteur du merc. l'g. de pied.	
6,9708	800	»	1000	»	15 à 16	13	Le pied employé dans les usines du Hanovre (y compris Gittelde) est le pied de Calenberg = 0 <sup>m</sup> 292.
10,5000	1800	»	800	»	14	11	
»	»	»	800	»	14	11	
4,2506	576	»	500	»	14	11	
3,8400	1000	»	1000	»	»	34	Les dimensions du fourneau = 0 <sup>m</sup> 273 et pour tout ce qui concerne la machine soufflante = 0 <sup>m</sup> 293. Chacun de ces pieds se divise en 12 pouces.
mètres carrés.	mèt. cub.	déc. cub.	mèt. cub.	déc. cub.	»	mètres.	
0,00457812	19	918	14	938	5	0,026	
0,006048	44	815	19	918	»	0,022	
»	»	»	19	918	»	»	
0,002160	14	241	12	448	»	0,022	
0,002003	25	154	25	154	»	0,068	

nes, tome III, 2<sup>e</sup>. liv., page 290.

tibles qu'on y emploie.

1<sup>o</sup>. Celles où l'on traite presque uniquement des fers oxidés rouges ou bruns avec des charbons de bois tendre ou un mélange de charbons de bois tendre et de charbons de bois dur (*Elend, Altenau, Königshütte, Steinrenne*). Nous prendrons pour type de cette classe l'usine d'Elend.

2<sup>o</sup>. Celles où l'on traite également des fers oxidés rouges ou bruns, mais avec des charbons de bois dur seulement. Il n'y en a qu'une seule, celle de *Söllingue*.

3<sup>o</sup>. Celles où l'on traite principalement des hématites très-manganésifères et des fers spathiques. L'usine de Gittelde est la seule de cette espèce; elle appartient en commun au Hanovre et au Brunswick, et où l'on brûle un mélange de charbons de bois dur et de charbons de bois tendre.

1<sup>re</sup> Classe. Fourneau d'Elend. Forme et dimensions.

Les dimensions du fourneau d'Elend sont indiquées dans le tableau ci-contre. On voit que le gueulard est très-large, le puits presque cylindrique, et les étalages peu inclinés.

Le fourneau a deux tuyères; elles sont placées sur les deux faces opposées, l'une à 5 pouces de la rustine et à 15 pouces de la tympe, l'autre à 15 pouces de la rustine et à 5 pouces de la tympe. Leur direction est parallèle à celle des faces de tympe et de rustine. Elles s'élèvent de 5 à 6 degrés vers les étalages: elles sont en cuivre.

Les parois de l'ouvrage sont construites en pierre de grès réfractaire; celles du puits le sont également jusqu'à une certaine hauteur, à partir de laquelle elles sont faites en briques.

Machine soufflante et quantité d'air projetée dans le fourneau.

Les soufflets du haut-fourneau d'Elend sont de mauvais soufflets à caisses en bois, qui ne paraissent pas donner au-delà de 600 à 700 pieds

TABLEAU de la forme et des dimensions des hauts-fourneaux du Hartz, en 1826.

DÉSIGNATION des USINES.	DISTANCE de la pierre de fond au niveau du gueulard.		DISTANCE de la pierre de fond au niveau du ventre.		Hauteur des étalages.		Angle des étalages. deg.	Diamètre au ventre.		Diamètre au gueulard.		Longueur de l'ouvrage.				Largeur de l'ouvrage.				Forme des puits.	DISTANCE de la pierre de fond au niveau de tuyère.		Nombre de tuyères.	Superficie des buses. pouces carrés.	Quantité d'air calculée.		Quantité d'air présumée être projetée dans le fourneau.		Pression moyenne indiquée par le manomètre.		Observations.
	pi.	pou.	pi.	po.	pi.	po.		pi.	po.	pi.	po.	A la naissance des étalages.		A la hauteur de tuyère.		A la naissance des étalages.		A la hauteur de tuyère.			pi.	po.			pieds cub.	po. cub.	pieds cub.	po. cub.	liths par po. carré.	lig. de linbr.	
												pi.	po.	pi.	po.	pi.	po.	pi.	po.												
Rothelhütte.....	35	»	6	6	2	»	30	8	»	6	»	2	»	1	8	2	»	1	8	rond.	1	3	2	6,9708	800	»	800	»	15 à 16	13	Le pied employé dans les usines du Hanovre (y compris Gittelde) est le pied de Calenberg = 0 <sup>m</sup> 292. Le pied employé à Magdesprung pour les dimensions du fourneau = 0 <sup>m</sup> 273 et pour tout ce qui concerne la machine soufflante = 0 <sup>m</sup> 293. Chacun de ces pieds se divise en 12 pouces.
Elend.....	30	»	6	»	1	10	30	7	6	6	»	2	2	1	8	2	2	1	8	idem.	1	3	2	10,5000	1800	»	800	»	14	11	
Söllingue.....	34	»	6	»	1	6	26	8	»	6	»	2	6	1	9	2	6	1	9	idem.	1	2	1	»	»	»	800	»	»	»	
Gittelde.....	28	»	5	6	1	»	25	7	»	4	6	2	6	1	6	2	6	1	6	idem.	1	2	1	4,2506	576	»	500	»	14	11	
Magdesprung.....	30	»	»	»	»	»	50	7	»	3	»	»	»	1	3	»	»	1	3	idem.	1	3	1	3,8400	1000	»	1000	»	»	34	
DONNÉES QUI PRÉCÈDENT EN MESURES FRANÇAISES.	mètr.	cent.	m.	cent.	m.	cent.	deg.	m.	cent.	m.	cent.	m.	cent.	m.	cent.	m.	cent.	m.	cent.	»	m.	cent.	»	mètres carrés.	mètr. cub.	déc. cub.	mètr. cub.	déc. cub.	»	mètres.	
Rothelhütte.....	10	22	1	90	»	58	30	2	34	1	75	»	58	»	48	»	59	»	48	rond.	»	36	2	0,00457812	19	918	14	938	»	0,026	
Elend.....	8	76	1	75	»	53	30	2	19	1	75	»	64	»	48	»	64	»	48	idem.	»	36	2	0,006048	44	815	19	918	»	0,022	
Söllingue.....	9	95	1	75	»	44	26	2	34	1	75	»	73	»	50	»	69	»	50	idem.	»	34	1	»	»	»	19	918	»	»	
Gittelde.....	8	18	1	60	»	29	25	2	04	1	30	»	73	»	44	»	73	»	44	idem.	»	34	1	0,002160	14	241	12	448	»	0,022	
Magdesprung.....	8	10	»	»	»	»	50	1	91	11	82	»	»	»	31	»	»	»	31	idem.	»	31	1	0,002003	25	154	25	154	»	0,068	

TABLEAU de la forme et des dimensions des hauts-fourneaux du Hartz, en 1826.

DÉSIGNATION des USINES.	DISTANCE de la pierre de fond au niveau du gueulard.		Distance de la pierre de fond au niveau du ventre.		Hauteur des étalages.		Angle des étalages.		Diamètre au ventre.		Diamètre au gueulard.		Longueur de l'ouvrage,				Largeur de l'ouvrage.				Forme des puits.	Distance de la pierre de fond au niveau de tuyère.		Nombre de tuyères.	Superficie des buses.	Quantité d'air calculée.		Quantité d'air présu- mée être projetée dans le fourneau.		Pression moyenne indiquée par le manomètre,		Observations.	
	pieds.	pouc.	pi.	po.	pi.	po.	deg.	pi.	po.	pi.	po.	pi.	po.	pi.	po.	pi.	po.	pi.	po.	pi.		po.	pi.			po.	pieds.	po.	pieds.	po.	loths par po. carré		En haut. du merc.
	mètr.	cent.	m.	cen.	m.	cen.	dég.	m.	cen.	m.	cen.	m.	cen.	m.	cen.	m.	cen.	m.	cen.	m.		cen.	»			m.	cen.	»	mètres carrés.	mèt. cubes	déc. cub.		mèt. cub.
Rothehütte.....	35	»	6	6	2	»	30	8	»	6	»	2	»	1	8	2	»	1	8	rond.	1	3	2	6,9708	800	»	600	»	15 à 16	13	Le pied employé dans les usines du Hanovre (y compris Gittelde) est le pied de Calenberg = 0 <sup>m</sup> 292. Le pied employé à Magdesprung pour les dimensions du fourneau = 0 <sup>m</sup> 273 et pour tout ce qui concerne la machine soufflante = 0 <sup>m</sup> 293. Chacun de ces pieds se divise en 12 ponces.		
Elend.....	30	»	6	»	1	10	30	7	6	6	»	2	2	1	8	2	2	1	8	idem.	1	3	2	10,5000	1800	»	800	»	14	11			
Sollingue.....	34	»	6	»	1	6	26	8	»	6	»	2	6	1	9	2	6	1	9	idem.	1	2	1	»	»	»	800	»	»	»			
Gittelde.....	28	»	5	6	1	»	25	7	»	4	6	2	6	1	6	2	6	1	6	idem.	1	2	1	4,2506	576	»	500	»	14	11			
Magdesprung.....	30	»	»	»	»	»	50	7	»	3	»	»	»	1	3	»	»	1	3	idem.	1	3	1	3,8400	1000	»	1000	»	»	34			
DONNÉES QUI PRÉCÈDENT EN MESURES FRANÇAISES.																																	
Rothehütte.....	10	22	1	90	»	58	30	2	34	1	75	»	58	»	48	»	59	»	48	rond.	»	36	2	0,00457812	19	918	14	938	»	0,026			
Elend.....	8	76	1	75	»	53	30	2	19	1	75	»	64	»	48	»	64	»	48	idem.	»	36	2	0,006048	44	815	19	918	»	0,022			
Sollingue.....	9	95	1	75	»	44	26	2	34	1	75	»	73	»	50	»	69	»	50	idem.	»	34	1	»	»	»	19	918	»	»			
Gittelde.....	8	18	1	60	»	29	25	2	04	1	30	»	73	»	44	»	73	»	44	idem.	»	34	1	0,002160	14	241	12	448	»	0,022			
Magdesprung.....	8	10	»	»	»	»	50	1	91	11	82	»	»	»	31	»	»	»	31	idem.	»	31	1	0,002003	25	154	25	154	»	0,068			

cubes d'air par minute : ils sont mus par une roue à eau. La pression sous laquelle on travaille est de 13 à 14 loths par pouce carré; ce qui correspond à environ 11 lignes de mercure, ou 0<sup>m</sup>,022.

Le régulateur est une simple caisse où se rassemble le vent.

On ne traite à Elend que des fers oxidés rouges et bruns d'Elbingerode, que l'on assortit, comme nous l'avons indiqué plus haut.

Les ouvriers attachés au haut-fourneau sont : deux fondeurs, deux chargeurs et deux bocardeurs. Ils sont payés à raison de 1 groschen (0<sup>f</sup>,27) par quintal.

Ouvriers attachés à un haut-fourneau.

La mise en feu du fourneau ne présente rien de remarquable. On le remplit de charbon, on ferme hermétiquement toutes les ouvertures, et même celle du gueulard si le fourneau est neuf! Au bout d'un à trois jours, il s'est formé un vide : on commence alors à charger 250 livres (117 kilogr.) de charbon, environ 40 pieds cubes (1) (0<sup>m</sup>,990), et de 1 à 2 pieds cubes (0<sup>m</sup>,024 à 0<sup>m</sup>,049) de minéral. On donne le vent dès que le minéral paraît dans le voisinage de la tuyère, et on augmente graduellement la charge en minéral jusqu'à ce qu'on soit parvenu à la charge complète, qui ne varie plus alors, suivant l'état du fourneau, qu'entre 8  $\frac{1}{2}$  et 9  $\frac{1}{2}$  pieds cubes (0<sup>m</sup>,212 et 0<sup>m</sup>,236), ou en poids de 540 à 580 livres (de 253 à 271 kilog.). Le combustible est toujours chargé au poids. Comme du reste on le verse avec des paniers de capacité constante, on

Mise en feu.

(1) Le pied cube = 0<sup>m</sup>,024897.

peut combiner les deux genres d'appréciation de sa valeur calorifique.

Variétés de fontes obtenues à Elend Les variétés de fonte qu'on obtient, sont à Elend, ainsi que dans tous les fourneaux du Hartz où on traite des minerais analogues, des fontes grises de teintes plus ou moins foncées et à grains plus ou moins gros, lorsque l'allure du fourneau est très-chaude; des fontes truitées lorsque le fourneau commence à se déranger, et enfin des fontes blanches quand il y a surcharge de minéral : celles-ci sont à petites lamelles, et se remplissent de soufflures lorsque le fourneau marche très-mal.

Variétés de laitiers. On n'obtient avec les minerais actuels qu'un petit nombre de variétés de laitiers. On en a de deux espèces principales, les gris et les verts. A la fonte grise correspond une scorie très-bien vitrifiée, d'un beau gris de perle un peu foncé. Si le fourneau va très-bien, cette scorie se recouvre d'un enduit blanchâtre. A la fonte blanche correspond un laitier moins bien vitrifié de couleur verte. Ce laitier passe au vert noir quand le fourneau va très-mal; quelquefois on obtient des laitiers avec des nuances de bleu. MM. Stromeyer et Hausmann en attribuent la couleur à des sels de protoxide de fer.

Conduite du travail. Dans toutes les usines du Hartz, tant que l'ouvrier ne travaille pas dans le fourneau, l'avant-creuset est bouché avec du sable humide, qui recouvre le bain. Les laitiers, qui sont généralement assez visqueux, et retiennent mécaniquement une assez grande quantité de grenaille de fonte, ne coulent jamais d'eux-mêmes : ils sont puisés. Aussi la dame ne présente-t-elle pas à l'extérieur un plan très-incliné; elle est cependant

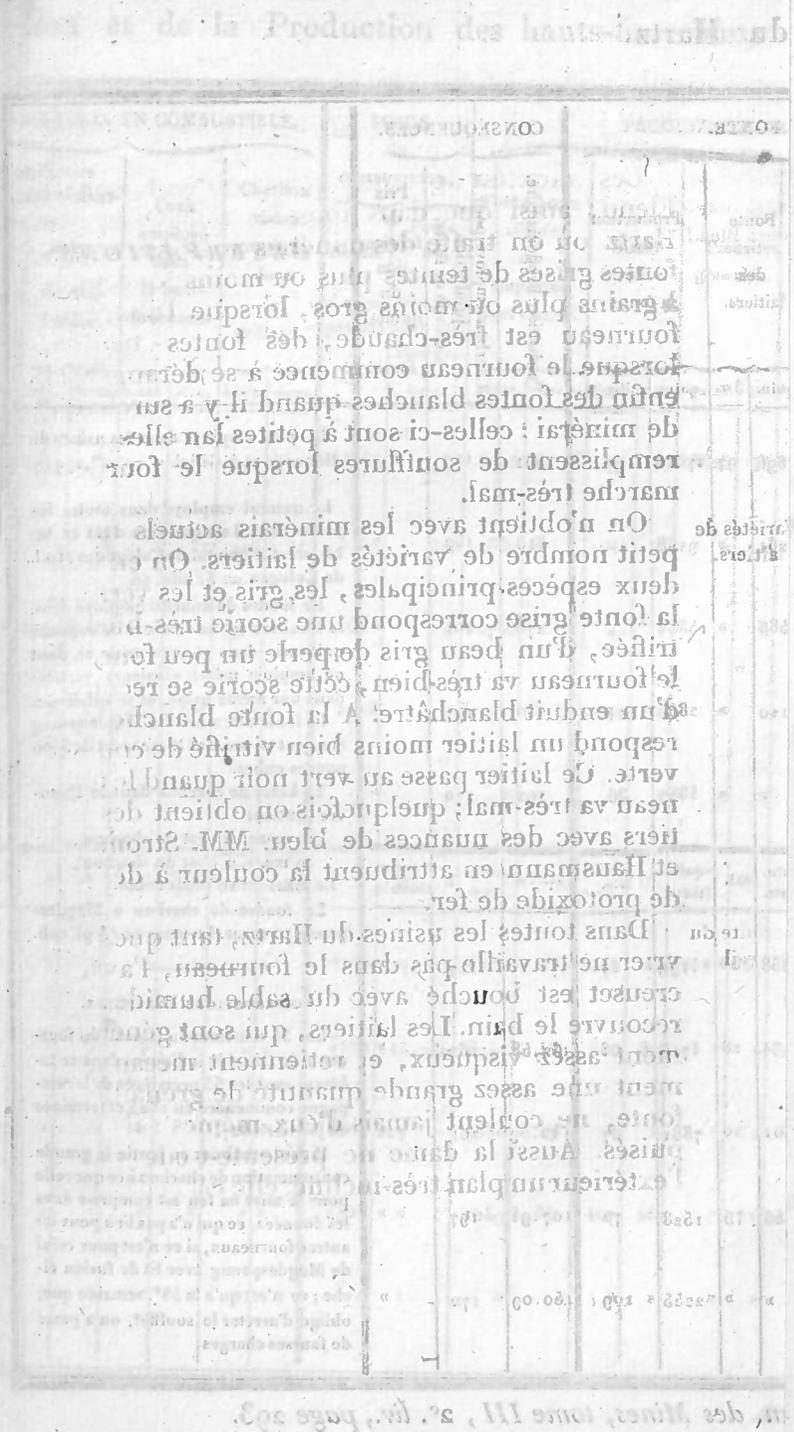


TABLEAU de la Consommation et de la Production des hauts-fourneaux du Hartz.

DESIGNATION des USINES.	Époque et durée du fondage.		QUANTITÉ DE LITS DE FUSION RÉDUITE.				VOLUME ET POIDS DES ÉLÉMENTS DU LIT DE FUSION.			Richesse du lit de fusion contenu en métal des minerais mélangés d'après l'essai.	CONSOMMATION EN COMBUSTIBLE.						POIDS du COMBUSTIBLE.		PRODUCTION DE FONTE.						CONSEQUENCES.			OBSERVATIONS.					
	Ann.	Sem.	Minéral.	Fondans.	Scories d'affinage.	Sommes des quantités précédentes.	Volume du fondant des minerais mélangés.	Volume du lit de fusion.	Poids du pied cube du lit de fusion.		GRANDS CHARBONS employés dans le haut-fourneau.		Coak employé dans le haut-fourneau.		Charbon menu employé dans le grillage.	Nomb. de charges passées.	Poids des charbons composant une charge.	Fonte brute affluée ou employée dans l'usine.		Fonte moulée.		Fonte granulée.		Fonte retirée des laitiers.		Production totale de la fonte.			Production hebdomadaire.	Charbon employé pour la production de 100 de fonte.	Prix de fabrication du quintal de fonte.		
											de Bois dur.	de Bois tendre.	schief.	pi. c.				karre.	maas.	karre.	maas.	quint.	livres.	quint.	livres.	quint.	livres.					quint.	livres.
Elend.....	1824	52	7145	"	295	7440	136157	59	37 1/2	"	"	5947	"	"	622	14265	250	6726	43	6570	12	13625	55	696	97	27618	97	531	117	liv. gr. 1 15	Le pied employé dans les usines du Hanovre et à Gittelde = 0 <sup>m</sup> .292.		
Sollingue.....	1824	29	1965	"	118	3083	46826	7546	29	1744	"	"	"	"	206	5269	310	7662	55	1244	55	"	"	261	"	9168	"	316	162	"	Le quintal employé dans toutes les usines dont il est question dans ce tableau est le quintal de Cologne = 110 l. de Cologne = 51 kilo. 45.		
Gittelde.....	1826 et 1827	55	6857	"	"	6857	"	65	28	1358	"	2771	8 1/4	"	914	13604	250	14748	"	"	"	"	"	586	"	15334	"	278	201	"	Le foudre de minéral employé dans le Hanovre est une mesure de capacité qui varie dans chaque usine et dont on emploie même plusieurs variétés dans une même usine, et se subdivise.		
Magdesprung } lit de fusion pauvre.	1823	13	473	29	7	509	1716	3824	39	26.27	fond. 331	maas.	"	"	395	1908	1101	12	7	2061	68 3/4	792	36	"	"	110	"	2853	104 3/4	210	197	"	Le foudre de minéral à Magdesprung contient 10 maas et le maas est de 5400 pouces cubes.
Magdesprung } lit de fusion riche.	1823	15	"	"	"	9963	132	"	44.07	quin. 7466	liv. 59	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	4387	36	292	170	"	La karre de charbon dans le Hanovre contient : 10 maas, si c'est du charbon, 9 maas, si c'est du charbon, Le maas = 10 pieds cubes.		
MESURES FRANÇAISES.																																	
Elend.....	1824	52	"	"	"	"	mètres cub. 31.74	"	37 1/2	"	"	"	"	"	"	14265	117	3460	53	3377	04	7003	51	358	53	14199	61	273.20	117	"	"	Le foudre de charbon à Magdesprung 10 maas. Le maas 11 1/3 pi. cub.	
Sollingue.....	1824	29	"	"	"	"	mètres cub. 9.34.73	"	29	"	"	"	"	"	"	5269	145.080	3942	10	640	30	"	"	134	28	4716	68	162.58	162	"	"	OBSERVATIONS GÉNÉRALES. Les 55 semaines du travail du fourneau de Gittelde indiquées dans ce tableau, sont les 55 premières de la campagne commencée en 1825 et terminée en janvier 1827.	
Gittelde.....	1826 et 1827	55	"	"	"	"	mètres cub. 29.90	"	28	"	"	"	"	"	"	13604	117	7580	47	"	"	"	"	301	20	7881	67	142.89	201	"	"	Il faut attribuer en partie la grande consommation de charbon à ce que celle pour la mise en feu est comprise dans les données, ce qui n'a pas lieu pour les autres fourneaux, si ce n'est pour celui de Magdesprung avec lit de fusion riche ; ce n'est qu'à la 58 <sup>e</sup> semaine que, obligé d'arrêter le soufflet, on a passé de fausses charges.	
Magdesprung } lit de fusion pauvre.	1823	13	"	"	"	"	mètres cub. 26.27	"	26.27	"	"	"	"	"	"	1908	"	1059	67	407	26	"	"	56	79	1523	72	107.94	197	"	"		
Magdesprung } lit de fusion riche.	1823	15	"	"	"	"	mètres cub. 44.07	"	44.07	quin. 3837	liv. 81	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	"	2255	109	150.09	170	"	"		

ordinairement de quelques pouces plus bas que la tympe. Les grenailles retirées des laitiers par bocardage servent pour les usines à plomb, où l'on réduit la galène par le fer.

La conduite du travail du fourneau ne diffère, d'ailleurs, de celle des hauts-fourneaux de France qu'en ce qu'on y apporte peut-être plus de soin. La tympe est renouvelée moins souvent que dans les hauts-fourneaux français, cela tient à ce qu'elle est moins endommagée par le vent montant de la tuyère.

Il y a deux méthodes de mise hors :  
Voici la première, qui est la moins bonne, et presque par-tout abandonnée : on cesse de charger et on laisse marcher les soufflets tant qu'il se montre du minéral devant la tuyère. Dès que le contenu du fourneau est descendu au-dessous du vent, on arrête la machine, et on nettoie le creuset avec des outils.

Dans la seconde méthode, on arrête le soufflet, on ferme toutes les ouvertures avec de l'argile et des plaques de fonte. Au bout de cinq, six, sept ou huit jours, les charbons se sont consumés, le lit de fusion qui se trouvait dans le fourneau s'est aggloméré (*ist zusammen gesintert*) sans se fondre, et s'est déposé vers l'extrémité des étalages. On le retire aisément avec des outils, et on le passe de nouveau dans la campagne suivante.

La seconde méthode présente cet avantage, que le fourneau se refroidit graduellement sans que l'air y pénètre en grande quantité. Le puits est intact, et on trouve de beaux produits attachés à ses parois.

Le tableau ci-contre donne les résultats du tabl. de la

TABLEAU de la Consommation et de la Production des hauts-fourneaux du Hartz.

DÉSIGNATION des USINES.	Époque et durée du fondage.		QUANTITÉ DE LITS DE FUSION RÉDUITE.				VOLUME ET POIDS DES ÉLÉMENTS DU LIT DE FUSION.			Richesse du lit de fusion contenu en métal des minerais mélangés d'après l'essai. pour cent.	CONSOMMATION EN COMBUSTIBLE.						POIDS du COMBUSTIBLE.		PRODUCTION DE FONTE.								CONSÉQUENCES.			OBSERVATIONS.				
			Minéral.	Fondans.	Scories d'affinage.	Sommes des quantités précé- dentes.	Volume du fondant des minerais mélangés pi. cu.	Volume du lit de fusion. pi. cub.	Poids du cub. du lit de fusion livres.		GROS CHARBONS employés dans le haut- fourneau,				Charbon menu employé dans le grillage.		Nomb. de charges passées	Poids des charbons composant une charge. livres.	Fonte brute ou employée dans l'usine.		Fonte moulée.		Fonte granulée.		Fonte retirée des laitiers.		Production totale de la fonte.		Production hebdomadaire.		Charbon employé pour la production de 100 de fonte.	Prix de fabrica- tion du quintal de fonte.		
											de Bois dur.	de Bois tendre.	Coak employé dans le haut- fourneau.		karre	maas			karre	maas	schef.	pi. c.	karre	maas	quint.	livres.	quint.	livres.					quint.	livres.
			Ann.	Sem.	foud.	foud.	foud.	foudres.	pi. cu.		pi. cub.	livres.	karre	maas	karre	maas	schef.	pi. c.	karre	maas	quint.	livres.	quint.	livres.	quint.	livres.	quint.	livres.	quint.		livres.	quint.	livres.	liv. gr.
Eland.....	1824	52	7145	»	295	7440	116257	69	37 1/2	»	»	5947	»	»	»	622	»	14265	250	6726	43	6570	12	13625	55	696	97	27618	97	531	117	liv. gr. 1 15	Le pied employé dans les usines du Hanovre et à Gittelde = 0 <sup>m</sup> ,292.	
Sollingue.....	1824	29	1965	»	118	2683	45826	75 1/2	29	1744	»	»	»	»	206	7 1/2	5269	310	7662	55	1244	55	»	»	261	»	9168	»	316	162	»	Le quintal employé dans toutes les usines dont il est question dans ce tableau est le quintal de Cologne = 110 l. de Cologne = 51 kilo. 45.		
Gittelde.....	1826 et 1827	55	6857	»	»	6857	»	65	28	1358	»	2771	8 1/4	»	»	914	2	13604	250	14748	»	»	»	»	»	586	»	15334	»	278	201	»	Le foudre de minéral employé dans le Hanovre est une mesure de capacité qui varie dans chaque usine et dont on emploie même plusieurs variétés dans une même usine, et se subdivise.	
Magdesprung lit de fusion pauvre.	1823	13	473	29	7	509	2716	3324	29	26.27	foud. 381	maas. »	»	»	395	1101	foud. 12	7	1908	»	2061	68 3/4	792	36	»	»	110	»	2853	104 3/4	210	197	»	Le foudre de minéral à Magdesprung contient 10 maas et le maas est de 5400 pouces cubes.
Magdesprung lit de fusion riche.	1823	15	»	»	»	9963	132	»	»	44.07	quin. 7466	livr. 59	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	La karre de charbon dans le Hanovre contient : 10 maas, si c'est du charbon, 9 maas, si c'est du charbon, Le maas = 10 pieds cubes.	
MESURES FRANÇAISES.	Ann.	Sem.	»	»	»	»	mètres cub.	mètres cub.	kilog.	pour cent	»	»	»	»	mèt. cub.	»	»	kilog.	quint. mètr.	kilog.	quint. mètr.	kil.	quint. mètr.	kil.	quint. mètr.	kil.	quint. mètr.	kilo.	»	»	quint. mètr.	»	Le foudre de charbon à Magdesprung 10 maas. Le maas 11 1/3 pi. cub.	
Eland.....	1824	52	»	»	»	»	31.74	»	37 1/2	»	»	»	»	»	»	»	»	14265	117	3460	53	3377	04	7003	51	358	53	14199	61	273.20	117	»	OBSERVATIONS GÉNÉRALES.	
Sollingue.....	1824	29	»	»	»	»	34.73	»	29	»	»	»	»	»	»	»	»	5269	145.080	3942	10	640	30	»	»	134	28	4716	68	162.58	162	»	Les 55 semaines du travail du fourneau de Gittelde indiquées dans ce tableau, sont les 55 premières de la campagne commencée en 1825 et terminée en janvier 1827.	
Gittelde.....	1826 et 1827	55	»	»	»	»	»	»	28	»	»	»	»	»	»	»	»	13604	117	7580	47	»	»	»	»	301	20	7881	67	142.89	201	»	Il faut attribuer en partie la grande consommation de charbon à ce que celle pour la mise en feu est comprise dans les données, ce qui n'a pas lieu pour les autres fourneaux, si ce n'est pour celui de Magdesprung avec lit de fusion riche ; ce n'est qu'à la 58 <sup>e</sup> semaine que, obligé d'arrêter le soufflet, on a passé de fausses charges.	
Magdesprung lit de fusion pauvre.	1823	13	»	»	»	»	»	»	26.27	»	»	»	»	»	»	»	»	1908	»	1059	67	407	26	»	»	56	79	1523	72	107.94	197	»		
Magdesprung lit de fusion riche.	1823	15	»	»	»	»	»	»	44.07	quin. 3837	livr. 81	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»	»		

DESIGNATION des USINES.	ITÉ ON RÉDUITE.		VOLUME ET POIDS DES ÉLÉMENTS DU LIT DE FUSION.			Richesse du lit de fusion contenu en métal des minerais mélangés d'après l'essai. pour cent.	CONC	
	Sommes des quantités précé- dentes.		Volume du lit de fusion.	Poids du cube du lit de fusion.			GROS employé foi	de Bois dur.
			lit	livres		karre	maa	
Elend.....	7440		6157	69	37 1/2	»		
Sollingue.....	2083		6582	75 1/2	29	1744		
Gittelde.....	885		»	65	28	1358		
Magdesprung	lit de fusion pau	509	476	3324	26.27	fond. 381	maa	
	lit de fusion rich	9963   32	»	»	44.07	quin. 7466	livr 5	
MESURES FRANÇAISES.								
Elend.....			»	31.74	37 1/2	»		
Sollingue.....			»	34.03	29	»		
Gittelde.....			»	29.90	28	»		
Magdesprung	lit de fusion pau	»	»	»	26.27	»		
	lit de fusion rich	»	»	»	44.07	quin. 3837	livr. 81	

ordinairement de quelques pouces plus bas que la tympe. Les grenailles retirées des laitiers par bocardage servent pour les usines à plomb, où l'on réduit la galène par le fer.

La conduite du travail du fourneau ne diffère, d'ailleurs, de celle des hauts-fourneaux de France qu'en ce qu'on y apporte peut-être plus de soin. La tympe est renouvelée moins souvent que dans les hauts-fourneaux français, cela tient à ce qu'elle est moins endommagée par le vent montant de la tuyère.

Il y a deux méthodes de mise hors :

Voici la première, qui est la moins bonne, et presque par-tout abandonnée : on cesse de charger et on laisse marcher les soufflets tant qu'il se montre du minéral devant la tuyère. Dès que le contenu du fourneau est descendu au-dessous du vent, on arrête la machine, et on nettoie le creuset avec des outils.

Dans la seconde méthode, on arrête le soufflet, on ferme toutes les ouvertures avec de l'argile et des plaques de fonte. Au bout de cinq, six, sept ou huit jours, les charbons se sont consumés, le lit de fusion qui se trouvait dans le fourneau s'est aggloméré (*ist zusammen gesintert*) sans se fondre, et s'est déposé vers l'extrémité des étalages. On le retire aisément avec des outils, et on le passe de nouveau dans la campagne suivante.

La seconde méthode présente cet avantage, que le fourneau se refroidit graduellement sans que l'air y pénètre en grande quantité. Le puits est intact, et on trouve de beaux produits attachés à ses parois.

Le tableau ci-contre donne les résultats du Tabl. de la

consomma-  
tion et de la  
production.

Durée des  
campagnes.

travail du haut-fourneau d'Elend pendant l'année 1824. Ils ont été presque constamment les mêmes dans les autres années.

Le haut-fourneau d'Elend fait ordinairement des campagnes de cinq à six ans. Il en a fait de huit ans et demi. Les frais de fabrication pendant une année sont donnés par le tableau suivant :

	Thalers.	Grosch.	Pfenn.
Frais d'achat de 6,920 foudres et 8 maas de minérai. . . . .	12,344	»	7
Frais de transport, grillage, etc., de 256½ foudres de scories d'affinerie. . . . .	93	12	6
Frais de grillage des minerais. . . . .	165	9	4
Frais d'essai des minerais. . . . .	135	1	4
Frais d'achat de 7,111 karren 6½ maas de charbon, à raison d'environ 2 thal. 19 gros la karre. . . . .	19,835	3	11
Frais de main-d'œuvre pour fonte, pesage, etc. . . . .	2,350	16	»
Frais de réparations au haut-fourneau à la mach. soufflante, etc. . . . .	607	14	8
Frais généraux de réparations des bâtimens, direction, etc. . . . .	8,185	8	8
	43,716	19	»
Recette faite dans le courant de l'année pour vente de fonte granulée, etc. . . . .	2,733	15	6
Reste . . . . .	40,983	3	6

Cette dépense devant être répartie entre 25,124 quintaux de fonte, cela fait par quintal de Cologne :  $\frac{40983 \text{ thal. } 3 \text{ gr. } 6 \text{ pf.}}{25124} =$  environ 1 thaler 15 gros.

Les hauts-fourneaux de Königshütte, Altenau et Steirenne diffèrent peu de celui d'Elend. Les résultats en sont un peu moins avantageux. Cela tient à ce que leur construction est un peu moins bonne, et à des circonstances locales.

On s'occupe de reconstruire l'usine de Königshütte, qui, d'après les plans que nous avons vus, présentera, par la suite, l'aspect de bâtimens gothiques comme celle de même nom en Silésie. Toute amélioration possible sera également apportée dans les autres établissemens. L'usine de Rothehütte, près d'Elend, a été entièrement rebâtie, et venait d'être achevée lors de notre passage au Hartz. Les bâtimens, dont la charpente et la couverture sont en fer, sont remarquables par leur élégance et la bonne disposition des parties qui les composent : on y a construit deux hauts-fourneaux, qui remplaceront celui d'Elend.

Les minerais seront élevés sur le plateau du gueulard avec une machine à chapelets.

Les dimensions des hauts-fourneaux sont indiquées dans le tableau, page 290.

La machine soufflante est une très-belle machine à pistons, en fonte : voici les données avec lesquelles on pourra en calculer l'effet, en appliquant les formules proposées par M. Daubuisson. (*Ann. des mines*, 1825, 5<sup>e</sup> livraison.)

La roue à augets reçoit l'eau à sa partie supérieure, elle a de diamètre :

$$22 \text{ pieds Calenberg} = 6^m,39.$$

La hauteur de l'eau dans le canal,

$$5 \text{ pouces} = 0^m,12.$$

Hauts-four-  
neaux de  
Königs-  
hütte, Alten-  
au et Stein-  
renne.

Usine de  
Rothehütte.

Machine  
soufflante de  
Rothehütte.

Cette eau tombe sur la roue par une ouverture de vanne, ayant :

Hauteur... 4  $\frac{1}{2}$  pouces = 0<sup>m</sup>,108.  
 Largeur... 3 pieds. 4 p. = 0<sup>m</sup>,966  
 Ainsi surface totale... = 0<sup>m</sup>,104328

Il y a deux buses, leur ouverture est ronde et à pour diamètre 0<sup>m</sup>,54 : d'où la surface de chacune d'elles = 0<sup>m</sup>,004578.

Il y a deux cylindres :

Leur diamètre = 4 pieds 6 pouces = 1<sup>m</sup>,314  
 La levée de chaque piston, 5 pieds = 0<sup>m</sup>,460

La roue faisant deux tours et demi par minute, ce qui correspond à cinq levées de chaque piston, le manomètre placé sur le réservoir d'air s'élevait à 14 lignes Cälenberg = 0<sup>m</sup>,028.

L'administration a le projet de remplacer les soufflets en bois des autres usines par des machines semblables à celle-ci.

Haut-four-  
neau de  
Sollingee.

Les dimensions et résultats du travail du haut-fourneau de Sollingee sont donnés par les tableaux, pages 290 et 293.

La machine soufflante est un soufflet à chapelets et donne de 800 à 1000 pieds cubes d'air par minute. On y traite principalement des minerais de Serbach, et des fers oxidés des terrains d'alluvion et des terrains secondaires, quelquefois phosphoreux, exploités dans le voisinage de l'usine. La grande consommation en combustible est attribuée en partie à l'humidité de l'air que donne le soufflet à chapelets.

Haut-four-  
neau de  
Gittelde.

Le haut-fourneau de Gittelde, dont la forme et les dimensions sont données par la planche V, présente les particularités suivantes :

La machine soufflante est à deux cylindres en fonte.

La roue à augets a de diamètre 12 pieds 6 pouces = 3<sup>m</sup>,62; elle consomme 136 pieds cubes d'eau lorsque le fourneau reçoit 372 pieds cubes d'air.

Le diamètre de chaque cylindre est de 3 pieds 6 pouces ;

La levée du piston, 5 pieds ;

Le nombre de levées de chaque piston par minute, six ;

Et la pression est alors 13 lignes.

Il n'y a qu'une tuyère.

La buse est rectangulaire, et a pour dimensions :

Hauteur 1 pouce 6 lignes = 0<sup>m</sup>,036  
 Largeur 2 — 6 — = 0<sup>m</sup>,060

La surface = 0<sup>m</sup>,002160

Les minerais que l'on traite à Gittelde sont principalement l'hématite brune, le fer oxidé brun, provenant de la décomposition du fer spathique et le fer spathique. Ces minerais se trouvent, pour la plus grande partie, dans le calcaire de transition de l'Iberg. Les fers spathiques de l'Iberg sont mêlés de sulfate de baryte et généralement à texture lâche, à moins qu'ils ne soient cristallisés. On traite aussi à Gittelde un peu de fer oxidé rouge des terrains de transition et de fer oxidé rouge marneux (*Rohtmergel-Eisenstein*). Ce dernier s'emploie comme fondant, à cause de la quantité de chaux qu'il renferme.

On passe ordinairement, au commencement de la campagne, de l'hématite jaune (*fasriger brauneisenstein*) : on obtient alors une fonte grise à cassure grenue. La charge augmentant, et se com-

posant toujours d'hématite jaune, on obtient alors une fonte d'un grain fin et d'une couleur gris blanc. Enfin la charge étant parvenue à son maximum, on obtient avec un lit de fusion composé de fer spathique et de beaucoup de fer oxidé brun (*brauneisenstein*), provenant de sa décomposition, une fonte blanche à cassure lamelleuse et à lamelles très-petites. Si le fourneau va mal, la fonte change d'aspect; elle devient très-poreuse (*luckige Roheisen*).

La fonte grise grenue s'emploie avantageusement pour l'affinage; la fonte à cassure à grains fins, pour le moulage immédiat. Enfin la fonte blanche ordinaire s'affine très-bien, et donne de l'acier ou de bon fer. La fonte poreuse ne vaut rien pour aucun usage.

Quand on fond beaucoup de fer spathique, on obtient de la fonte blanche à plus grandes lamelles, quelquefois de mauvaises fontes, parce que le minéral est mélangé de pyrites ou de sulfate de baryte.

Nature des  
laitiers.

Les laitiers correspondans à la fonte grise sont à petits grains et se recouvrent d'une écume blanche poreuse comme la pierre-ponce; ils sont, comme tous ceux que l'on obtient à Gittelde, non vitreux, à texture radiée, ressemblant à de l'amphibole verte; donnent lorsqu'on jette de l'eau dessus une forte odeur d'hydrogène sulfuré. Le laitier correspondant à la fonte grise à gros grains diffère peu de celui-ci. Si la fonte est blanche, de bonne qualité, le laitier est toujours vert sans avoir autant de tendance à la cristallisation. Enfin quand le fourneau va mal, le laitier devient très-compact et d'un vert brun; s'il va très-mal, le laitier devient noirâtre.

Le tableau page 293 donne les résultats du travail du fourneau de Gittelde pendant trois mois d'une campagne commencée en 1825, et qui n'était pas encore achevée à la fin de décembre 1826.

Les hauts-fourneaux de Brunswick ont une forme et des dimensions analogues à celles des hauts-fourneaux du Hanovre. D'après les renseignemens que j'ai recueillis, la consommation en combustible y est plus considérable que celle du fourneau d'Elend, et la production en fonte moindre: on s'occupe également de les améliorer.

Hauts-four-  
neaux de  
Brunswick.

Le fourneau de Mägdesprung est très-remarquable en ce qu'il diffère complètement, par la forme, les dimensions, et même par une partie du mode de travail, des hauts-fourneaux du Hanovre.

Haut-four-  
de Mägdes-  
prung.

On ne soumet à Mägdesprung, au grillage, que les variétés de minéral pour lesquelles cette opération est absolument nécessaire.

Les dimensions du fourneau sont données par le tableau, page 290.

Dimensions.

La machine soufflante est une machine à trois cylindres en fonte: voici les données nécessaires pour en calculer l'effet, ainsi que celui de la roue hydraulique, dont elle reçoit le mouvement.

Machine  
soufflante.

La roue reçoit l'eau à son sommet.

Le diamètre = 15 pieds (1) = 4<sup>m</sup>,49

La largeur des palettes = 6 pieds = 1<sup>m</sup>,758

(1) Le pied dont il est ici question est le pied du Rhin, Le pied du Rhin = 0<sup>m</sup>,293.

Hauteur de l'ouverture de la vanne 1 pouce =  $0^m,02441$   
 Largeur . . . . . 5 pieds =  $0^m,460$

D'où surface  $0^m,0362$ .

La roue fait ordinairement de huit à neuf tours par minute.

La hauteur de l'eau dans le canal = 2 pieds 7 pouces =  $0^m,2754$ ;

La pression sous laquelle on travaille, 2 pouces 10 lignes =  $0^m,0601$ .

Il n'y a qu'une buse.

L'ouverture en est carrée et a de côté 1 pouce  $\frac{5}{8}$  =  $0^m,04476$ ; ainsi sa surface =  $0^m,0020054576$ .

Le diamètre de chaque cylindre = 3 pieds

La hauteur de la levée des pistons = 4 pieds 6 pouces.

Quand le fourneau est en bon train les trois cylindres se vident trente fois par minute.

On traite à Magdesprung;

1°. Des fers oxidés rouges, des filons du grüstein à Tillerode. Ils renferment ordinairement de 26 à 32 pr. 100 de fer, quelquefois 40 pr. 100.

2°. Deux variétés de fer oxidé hydraté, dont l'une manganésifère, se trouve en couches dans le thonschiefer, à Gemeinwalde, près Stollberg, et renferme de 30 à 32 pr. 100; et l'autre forme des couches sur le quadersandstein près de Balderstedt.

3°. Deux variétés de fer spathique. L'une (*raher spatheisenstein*) se présente en filons avec de la galène dans le thonschiefer au Meisenberg près Neudorf; elle contient, après avoir été grillée, 50 pr. 100 de fer; elle renferme du manganèse, elle

est mêlée de pyrites de fer et de cuivre, mais non de sulfate de baryte, comme à l'Iberg. La seconde espèce (*vervillerter spatheisenstein*), en partie convertie en fer oxidé brun, est exploitée dans trois localités différentes, 1°. sur le *Langenberg* près de Neudorf; 2°. sur le *Volfberg* près de l'usine d'argent; 3°. sur le *Bievende* dans le voisinage du Volfberg. Dans ces trois localités, elle se présente en filons dans le thonschiefer; elle est mêlée de quartz et de calcaire, mais principalement de quartz grillée, elle contient de 40 à 44 pr. 100 de fer.

La mise en feu n'offre rien de remarquable.

La charge complète est de 6 pieds cubes (1).

On n'y arrive qu'au bout de neuf à dix semaines.

Les charbons ne sont pesés que toutes les vingt-quatre heures.

On faisait, lors de notre passage, l'essai d'une nouvelle méthode de charger assez curieuse, dont voici la description.

Un vide de la profondeur de 5 pieds s'étant formé au gueulard, on verse d'abord dans la cuve la plus grande partie des trois brouettes de charbon qui composent la charge totale, réservant dans la troisième assez de ce combustible pour remplir environ une capacité de  $(9) \times 3, 14 \times 21 = 5321$  pouces cubes: cela fait, on place verticalement au milieu du fourneau un cylindre creux en tôle, du diamètre de 18 pouces et d'une hauteur de 21 pouces, que l'on soulève à l'aide d'une anse. On verse d'abord à l'entour le miné-

(1) Le pied dont il est ici question est au pied du Rhin comme 15 est à 14 et =  $0^m,2735$ .

rai, puis le reste du charbon dans l'intérieur. On a de cette manière une colonne de charbon non interrompue dans le centre du fourneau, entourée d'anneaux alternant de charbon et de minéral. Quand les minerais sont plus légers on emploie un cylindre plus long. Au mois de janvier 1827, on l'employait depuis trois mois à Magdesprung, non-seulement sans désavantage, mais avec un gain sur la rapidité de descente des charges. M. Zincken, directeur de l'usine, disait cependant qu'il ne la conseillera pas pour un minéral difficilement fusible.

Variétés de lit de fusion et fontes obtenues.

On fond, à Magdesprung, différentes variétés de lit de fusion.

Lorsque l'on fond le lit de fusion pauvre, qui renferme de 26 à 27 p. 100 de métal, et se compose de minerais analogues à ceux que l'on fond à Elend, quoique moins riches, on obtient aussi des fontes et laitiers analogues aux fontes et laitiers d'Elend.

Lorsque l'on fond le lit de fusion riche, on obtient :

1°. Une fonte grise à cassure grenue, dite *sehr gaars*, à laquelle correspondent : *a*, des laitiers bien vitrifiés non transparents, à surface homogène, blancs vers le centre, et d'un bleu foncé sur les côtés; *b*, des laitiers bien vitrifiés, presque entièrement blancs et bleus seulement aux environs de la surface; *c*, des laitiers, qui, refroidis rapidement, prennent la structure de la pierre-ponce et une couleur d'un blanc parfait, et qui, refroidis lentement, sont pierreux, à surface de couleur bleue ou verte, avec tendance à la cristallisation; 2°. une fonte blanche à petites facettes, employée, ainsi que les deux

précédentes, à l'affinage, et un laitier non vitrifié, composé d'une infinité de petits cristaux en aiguilles courtes et entrelacées, de couleur brune.

3°. Une fonte blanche à cassure presque grenue, tendant à la structure lamelleuse à petites lamelles. Le laitier correspondant manquait dans la collection d'après laquelle j'ai décrit les précédents. La proportion de fer spathique, ou d'hématite manganésifère, devenant considérable, on obtient des fontes et laitiers tout-à-fait semblables aux fontes et laitiers de Gittelde.

On a essayé de fondre un lit de fusion composé de trois parties de scories d'affinage et d'une partie de fer spathique. On a obtenu une fonte blanche avec quelques taches grises, à structure poreuse; à cassure intermédiaire entre la radiée et la grenue, à surface antérieure inégale; elle s'affine avec beaucoup de déchet et donne un mauvais fer. Le lit de fusion renfermant deux parties de scories d'affinage, six de fer spathique et une de fer oxidé brun, on a obtenu une fonte blanche avec taches grises, à structure intermédiaire entre la radiée et la grenue. On n'a pas pu me dire comment elle s'était comportée à l'affinage.

La mise hors n'offre rien de particulier; les charbons brûlant plus difficilement qu'à Elend, on souffle jusqu'à ce que le fourneau soit vide.

La consommation et la production des hauts-fourneaux de Hanovre, non compris Gittelde, qui appartient en commun au Hanovre et au Brunswick, ont été en 1824 de

Essais.

Mise hors.

		foudres.			
Lits de fusion.....	{	Minerais..... 21,185	22923 foudr.=255740		
		Fondans..... 837	quint. de Cologne=		
		Scories d'affin. 901	131578,23 qx. mét.		
			karre. maas. karre. maas.		
Combustible pour le haut-fourneau....	{	Gros charb. de bois dur..... 3585 3	18,429 . 5 $\frac{3}{4}$ =		
		Id. de bois tend. 14844 2 $\frac{3}{4}$	111490 qx. de Cologne=		
			log=5731 q. m.		
Combustible pour le grillage.....		Charb. menu.. 1692 8 $\frac{3}{4}$	1692 8 $\frac{3}{4}$		
			quint. liv. qx. liv. qx. mét. kil. q. mét. kil.		
Production.	{	Fonte affinée ou employée dans l'usine..... 38478. 100 $\frac{1}{2}$	19796 93		
		Fonte moulée.. 11927. 13 $\frac{1}{2}$	81221. 42. 6136 50	41793 49.	
		Fonte granulée.. 27911. 51 $\frac{1}{2}$	14366 47		
		Fonte retirée des laitiers.... 2903. 97	1493 59		

Observations sur le peu d'inclinaison des étalages.

On aura remarqué que les étalages des hauts-fourneaux du Hartz hanovrien (y compris le fourneau de Gittelde) sont généralement peu inclinés. Les ingénieurs des mines du Hartz construisent les étalages d'autant plus plats, que les minerais sont moins fusibles et plus impurs, que les charbons sont plus légers et les machines soufflantes plus faibles. Ils les ont rendus, depuis quelques années, généralement un peu plus rapides, soit que ce changement doive être attribué à l'emploi qu'ils font de meilleures machines soufflantes, soit aussi parce qu'ils l'ont reconnu comme une amélioration, indépendamment de toute autre modification dans la forme ou le travail du fourneau.

L'inclinaison des étalages du haut-fourneau de Rothebütte indique le point où ils se sont arrêtés. Ils pensent que l'avantage des étalages plats vient de ce que les minerais réfractaires et impurs s'y arrêtent, et y restent plus long-temps exposés à une forte chaleur que si la pente était

moins grande. D'un autre côté, quelques ingénieurs assurent que les arrêts dans la descente des charges, produits par le peu d'inclinaison des étalages, causent souvent des dérangemens dans le fourneau.

Le peu de hauteur de l'ouvrage est la conséquence du peu d'inclinaison des étalages.

Les gueulards des hauts-fourneaux du Hartz hanovrien (y compris celui de Gittelde) sont généralement très larges, et par suite les parois du puits sont peu inclinées. Les praticiens assurent que les charges descendent plus régulièrement dans ces cuves presque cylindriques que dans celles qui sont moins évassées, et c'est par une suite de modifications graduelles, qu'ils sont venus à l'adopter comme un perfectionnement. Je ne pense cependant pas que cela convint dans le cas où le combustible brûlerait difficilement.

Lors de l'administration de M. Héron de Villefosse, les puits des hauts-fourneaux du Hartz hanovrien étaient plus généralement polyédriques que cylindriques. (V. le plan du haut-fourneau de Gittelde, *Richesse minérale*.) Depuis, on leur a donné par tout la forme cylindrique. La convenance de cette forme est reconnue dans tous les pays.

L'inclinaison de la tuyère vers le haut du fourneau est encore une conséquence du peu de pente des étalages. Il est nécessaire de chasser le vent de leur côté, afin d'entretenir la combustion dans leurs angles. On donne, au Hartz, d'autant plus d'inclinaison à la tuyère vers le haut, que les minerais sont plus fusibles et moins impurs. Cette disposition paraît, de l'avis de tous les métallurgistes auxquels j'ai parlé au

Sur le peu de hauteur de l'ouvrage. Sur la largeur du gueulard.

Sur la forme des puits.

Sur l'inclinaison de la tuyère vers le haut.

Hartz, présenter l'avantage d'accélérer la descente des charges sans nuire à la qualité des produits. J'ai entendu émettre la même opinion à Malapane, en Silésie, où les étalages ont beaucoup plus de pente qu'au Hartz.

Sur l'emploi des minerais manganésifères comme correctifs de ceux qui renferment du sulfate de baryte.

Dans plusieurs usines du Hartz (*Gittelde, Königshütte, Zoegel*), on emploie des minerais manganésifères de sulfate de baryte. C'est une opinion, avons-nous dit, page 295, généralement accréditée au Hartz, et adoptée par M. Hausmann, professeur de métallurgie à Göttingue, que les minerais manganésifères leur servent de correctif. Pour bien apprécier leur mode d'action réciproque, il faudrait connaître la composition des fontes et des laitiers. Voici néanmoins ce que nous présumons arriver : dans l'absence des minerais manganésifères, le soufre du sulfate de baryte passant dans la fonte, il est probable que la baryte se combine avec la silice et passe dans la scorie. Dans l'autre cas, l'oxide de manganèse, excellent fondant, s'empare de la silice, qui sans cela se serait combinée avec la baryte; le soufre reste uni au barium, et se trouve à l'état de sulfure de barium dans la scorie. Peut-être aussi se forme-t-il du sulfure de manganèse et des sulfures doubles.

Sur l'usage de griller tous les minerais.

L'usage de griller toute espèce de minéral qui se prête à ce genre de préparation est commun à toutes les usines du Hartz hanovrien. Cette opération, toutes les fois que la conséquence ne peut en être de suroxyder le fer ou de chasser l'acide carbonique, paraît avoir pour but de désagréger le minéral ou d'en chasser l'humidité. Elle est peu coûteuse, en ce qu'on y emploie de menus charbons dont on ferait difficilement

un autre usage, et paraît, au dire des ingénieurs du Hartz, présenter une économie de combustible dans la réduction des minerais. On grille quelquefois aussi les scories d'affinage, il ne peut dans ce cas y avoir que désagrégation et suroxydation du fer mêlé mécaniquement.

Depuis long-temps, on réduit au Hartz des scories d'affinage dans les hauts-fourneaux; car M. de Villefosse, en donnant les résultats de campagne qui ont eu lieu en 1804, en fait mention (*V. Richesse minérale*, 1<sup>er</sup> volume). Depuis peu de temps cependant, on commence à renoncer aux bas foyers, dans lesquels on tirait également partie des scories, mais avec moins de profit.

La pesée des combustibles ne procure pas de données exactes sur l'effet que produit une certaine quantité de charbon, puisqu'elle ne conduit pas à tenir compte de la quantité d'humidité. La mesure au volume n'a pas le même inconvénient; mais en combinant les deux genres d'estimation, comme cela se fait au Hartz, puisqu'on pèse toujours dans des paniers de capacité constante, on arrive à une plus grande approximation qu'en employant comme en France un seul d'entre eux.

La longue durée des campagnes des hauts-fourneaux du Hartz peut être attribuée, 1<sup>o</sup> à la nature du grès avec lequel on construit les creusets; 2<sup>o</sup> à la nature du combustible; 3<sup>o</sup> au soin avec lequel on met en feu et on conduit en général le travail, et particulièrement à l'attention qu'on a d'éviter des allures trop chaudes ou trop froides, d'étendre le minéral lorsqu'on le charge en couches bien uniformes, afin que le vent le répande aussi régulièrement que possible dans le four-

Réduction des scories d'affinage au haut-fourneau.

Pesée des combustibles.

Longue durée des campagnes.

neau, et à l'usage bien entendu des dépôts de fer affiné pour rétrécir le fourneau quand cela est devenu nécessaire. Stünkel assure qu'il a vu, au Hartz, mettre un fourneau hors, après une campagne de huit ans et demi, par des causes indépendantes des dégradations, et que ce fourneau aurait pu marcher encore autant de temps sans inconvénient.

## CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES

*Sur le plateau central de la France, et particulièrement sur les terrains secondaires qui recouvrent les pentes méridionales du massif primitif qui le compose (1);*

Par M. DUFRÉNOY, Ingénieur des Mines.

(SUITE.)

### TERRAINS SECONDAIRES.

§ 20. Les terrains secondaires forment une ceinture continue autour du plateau primitif dont nous venons d'indiquer la composition; sur la pente Nord, on observe presque tous leurs étages; mais sur la pente méridionale, la seule que nous nous proposons de décrire quant à présent, ils sont peu variés, quoique cependant ils occupent une grande étendue. Ils sont recouverts par un dépôt tertiaire, qui forme une bande continue depuis Avignon jusqu'à Bordeaux, bande sous laquelle viennent également se perdre les terrains secondaires qui constituent les contre-forts des Pyrénées.

Ces terrains sont :

- 1°. Le grès houiller;
- 2°. Le grès bigarré;
- 3°. Le calcaire à gryphites ou lias, mais principalement la partie supérieure que nous avons désignée sous le nom de calcaire à bélemnites;

(1) Voir le commencement de ce Mémoire, page 35 de ce volume.

4°. La partie inférieure des formations oolithiques ;

5°. Quelques lambeaux de la formation du grès vert et de la craie ;

6°. Enfin, un terrain tertiaire, composé principalement d'un terrain d'eau douce associé avec la molasse, et d'un calcaire marin, qui paraît, aux environs de Bordeaux, devoir être assimilé au calcaire grossier. Il existe en outre une formation d'eau douce plus moderne, qui recouvre quelquefois des surfaces considérables; cette dernière formation est sur-tout abondante dans les vallées de l'Allier et de la Loire, qui occupent le centre du terrain primitif.

Terrain  
houiller.

§ 21. Le *terrain houiller* forme un assez grand nombre de dépôts sur le pied de cette chaîne.

Les principaux, en commençant par l'Est, sont ceux d'Autun, de Rive-de-Gier et de Saint-Etienne, de Prades près Aubenas, de Joyeuse, des Vans, d'Alais, du Vigan, de Bédarieux, de Crameaux près Alby, des environs de Brives, à Nanteuille-Lardou et Chabrignac; ceux du département de l'Allier, qui comprennent les mines de Fins et de Commentry; enfin, celui de Decise dans la Nièvre.

Le terrain houiller constitue en outre une assez grande quantité de petits bassins disposés très-irrégulièrement au milieu de ce plateau central, et déposés comme dans des cavités de ce terrain. Les principaux sont ceux des environs de Charlieu près de Roanne, des environs de Clermont à Bourglastic, etc.; de Brassac près Brioude, de Mauriac, Brugeac, Champagnac, etc., dans le Cantal; d'Argental, la Plau, Meimac, Saint-Julien, etc., dans la Corrèze; de l'Aveyron à Aubin et Rodez; de la Creuse à Ahun-Bourganeuf, etc.

Parmi ces dépôts houillers il en est qui ne sont que très-peu importants et dans lesquels il n'existe pas encore d'exploitation profitable. Dans la plupart de ces localités, le terrain houiller présente les caractères ordinaires à cette formation; mais il en est quelques autres qui offrent des particularités que je crois utile de faire connaître.

§ 22. Dans le département de l'Aveyron, il existe deux bassins houillers, séparés par un massif de terrain ancien: l'un, situé près du Lot, entoure de tous côtés la ville d'Aubin, qui lui a donné son nom; l'autre forme une bande étroite dans le bassin de l'Aveyron, depuis les environs de Rodez jusqu'à Saint-Geniez.

Terrain  
houiller de  
l'Aveyron.

Le terrain houiller des environs d'Aubin, à peu près elliptique, a plus d'un myriamètre carré de surface; il s'étend le long des rives du Lot sur une longueur de deux ou trois lieues; on ne le trouve pas constamment; mais, de distance en distance, il sort de dessous les roches calcaires, qui forment un défilé très-élevé, au milieu duquel le Lot coule depuis les environs de la Magdelène jusqu'au-delà de Cabors. Les principales exploitations sont sur la rive gauche du Lot; il en existe aussi, sur la rive droite, à la Tapie et à Lhermite.

district  
de  
Tulle.

Dans ce bassin, le grès est plus abondant que les roches schisteuses; il est composé de fragmens de granite de grosseur variable; quelquefois, comme dans la descente de Montbazen à Aubin, ces fragmens ont plusieurs pieds de diamètre. Le ciment étant alors peu visible, on pourrait confondre ce grès avec le granite, si quelques traces de mauvaise houille ne décelaient la nature du terrain sur lequel on marche. Le grès alterne

Bassin du  
Lot.

avec des couches rares de schiste argileux, dans lequel on a remarqué très-peu d'impressions végétales ; il existe de la houille dans presque toute l'étendue du bassin ; elle se montre au jour dans de nombreux affleuremens. La disposition du terrain, très-sinueux et entrécoupé par des vallées profondes, ne permet pas de reconnaître la direction générale des couches, qui m'ont paru ne présenter ni constance ni continuité, et varier d'une montagne à l'autre.

Le nombre des couches de houille n'offre pas davantage de régularité ; il est différent dans chacun des monticules qui composent le bassin. Leur puissance est ordinairement considérable.

Celle exploitée dans la concession de Firmy se dirige du Nord-Ouest au Sud-Est. Cette couche, peu inclinée, plonge de 18 degrés vers le Nord-Est ; on la voit affleurer dans un grand nombre de points de la vallée. Dans le lieu où est assise l'exploitation, elle vient à la surface ; on ne connaît pas la puissance de cette couche, qui n'a jamais été traversée entièrement ; mais on peut en prendre une idée par l'observation des galeries, qui ont été dirigées suivant deux systèmes : l'un, suivant la direction de la couche, l'autre, suivant son inclinaison. Dans les premières, on voit le toit sur une assez grande longueur, de manière à juger de la régularité de la direction ; celles, suivant l'inclinaison, ont 150 mètres de longueur ; leur pente est d'environ 5 degrés, et d'aucun côté on n'a rencontré le toit. En supposant que la pente de la couche soit régulière, on voit qu'on la connaît sur une puissance d'au moins 15 mètres ; un puits vertical, de 4 mètres, est entièrement dans le charbon. On trouve dans la couche de

houille des veines peu régulières et peu continues d'argile schisteuse.

La couche de la Salle paraît encore plus puissante. Sa direction est également du N.-O. au Sud-Est ; elle incline, vers le Nord-Est, de 25 à 30 degrés. La disposition des galeries n'est pas aussi favorable qu'à Firmy pour juger de l'épaisseur de la couche de houille ; mais un puits vertical de 24 mètr. est entièrement dans la houille et ne l'a pas traversée. M. Cordier, dans un *Mémoire sur les mines d'alun du département de l'Aveyron*, inséré dans le 26<sup>e</sup>. volume du *Journal des Mines*, annonce qu'elle a 103 mètres de puissance.

Cette puissance immense de la couche de houille de la Salle a fait supposer à quelques géologues que le combustible formait dans cette localité des amas et non des couches. Cette question est assez difficile à résoudre ; car, d'un autre côté, l'idée d'un dépôt en couches est indiquée par plusieurs caractères, et notamment par la grande étendue en longueur. Nous venons de parler de celle du gîte de Firmy ; celle du gîte de la Salle est encore plus considérable. On y voit la houille affleurer, tant à l'Ouest du château de la Salle, qu'à Bouran et à Fontaine, qui sont à un quart de lieue à l'Est. De plus, cette couche de houille de la Salle est séparée par des veinules d'argile schisteuse plus ou moins épaisses ; et des rognons de fer carbonaté, qui y sont abondans, paraissent constituer une couche, dont la direction est parallèle aux veinules de schiste.

Cette partie du bassin houiller, si intéressante pour l'industrie par l'abondance de la houille, par sa qualité et sur-tout par la réunion de minerais de fer très-différens, qui semblent s'y être

donné rendez-vous, l'est moins pour le géologue que les bords du Lot et du Cellé, où le grès houiller se montre seul.

Grès houiller  
passant à  
l'arkose.

A la Magdelène, sur les bords du Lot, le grès houiller sort de dessous le calcaire, qui forme toutes les hauteurs et descend même jusque sur le rivage. Il recouvre le terrain ancien, représenté ici par un schiste très-quarzeux; ce grès houiller offre tous les caractères de l'*arkose*, si l'on donne ce nom à une roche arénacée qui participe de la formation chimique et cristalline des roches anciennes; cet arkose serait la variété commune de M. Brongniart. Il est composé de galets de quartz, de feldspath et de mica. Le feldspath est souvent blanc, un peu terreux; les galets de quartz ont un aspect tout particulier. Leur surface est miroitante et comme moirée: on voit évidemment qu'elle a été altérée par une action chimique quelconque, peut-être celle du ciment, qui est siliceux. Les galets de quartz, qui composent le *millstone-grit* des Anglais, présentent souvent cet aspect particulier: ce caractère, qui n'a pas encore été indiqué, me paraît un des plus propres à distinguer les grès qui ont été formés dans ces circonstances. Le grès renferme en outre de la baryte sulfatée en petits faisceaux cristallisés, qui, en raison de leur disposition entrelacée, paraissent contemporains à la masse de grès. On y voit, mais très-rarement, de la chaux fluatée, du calcaire spathique et quelques grenailles de galène. Les pyrites sont assez abondamment disséminées dans la masse; souvent, par leur décomposition, elles produisent de petits points jaunes, qui donnent au grès un aspect maculé.

Baryte et galène dans le grès houiller.

Ce grès renferme des couches qui sont exploitées pour métaux. Il est en couches inclinées de 20 degrés environ vers le Nord-Ouest, de façon qu'il se relève vers Aubin, où il se montre à la surface.

Grès à  
métaux.

§ 23. Le grès houiller de ce pays contient des porphyres analogues à ceux du grès rouge de la Sarre et des environs d'Édimbourg.

Porphyre  
dans le terrain houiller.

Ces porphyres sont de deux espèces: les uns, rouges, sont feldspathiques; les autres, d'un vert foncé, sont pyroxéniques. Le premier de ces porphyres est le plus abondant près de Figeac; il est souvent terreux et analogue au *thon-porphyr* des Allemands. Il renferme des cristaux de feldspath, tantôt lamelleux, tantôt vitreux; il contient en outre du mica, des cristaux de pyroxène et quelques parties d'un jaune verdâtre analogue à du péridot. Le quartz, si abondant dans les porphyres du grès rouge de l'Esterel, n'existe pas dans celui de Figeac; du moins il doit être très-rare, car je n'en ai pas observé. Le porphyre est souvent altéré; il perd alors sa couleur rouge et devient grisâtre ou jaunâtre; souvent il est entièrement terreux et analogue à une argile. Nous avons eu déjà occasion de signaler une décomposition entièrement analogue dans un porphyre qui traverse les terrains anciens du Cornouailles, et qui est désigné sous le nom d'*elvan*. Cette altération, sensible à la surface, se communique par degrés jusqu'à l'intérieur. Il paraîtrait, à en juger par ce que la disposition du terrain permet d'observer, que le porphyre le plus voisin des terrains anciens est le plus altéré; ce porphyre altéré est très-fendillé.

Les cristaux devenant quelquefois très-rares,

ces porphyres passent à des roches verdâtres à cassure conchoïde analogue au pétrosilex. Ces roches verdâtres renferment des rognons, des veines et de petits filons de quartz-agate et de quartz-jaspe, circonstance qui leur donnent une grande ressemblance avec les porphyres du grès rouge. Elles présentent quelquefois des amandes calcaires et passent à des amygdaloïdes.

Ce porphyre a quelque ressemblance avec la diabase; mais il est plus âpre au toucher, et présente plus d'analogie encore avec les roches qui forment des *dikes* dans le terrain houiller des environs de Newcastle.

Les porphyres que je viens d'indiquer, ainsi que la roche verte, affectent quelquefois une forme prismatique, peu régulière à la vérité, mais dans laquelle cependant il est facile de distinguer les faces. Les prismes ont 8 ou 10 pieds de hauteur et sont plus généralement à quatre faces.

Les porphyres dont je viens de donner la description occupent un espace assez considérable; ils se montrent entre Flagnac et Saint-Michel-d'Aubin, très-près des houillères de Firmy, et se retrouvent presque continuellement jusqu'à la Capelle, située à plusieurs lieues de distance; ils forment le plus souvent le bas des vallées, de manière qu'on ne peut observer leur partie inférieure; ils sont alors recouverts immédiatement par le grès, et ils paraissent, dans ce cas, faire partie du terrain ancien, qui ressort de tous côtés; mais, dans quelques cas, on les voit associés au terrain houiller, de manière qu'on ne peut conserver l'idée qu'ils sont antérieurs à ces terrains.

Les porphyres forment tantôt des couches régulières, du moins dans l'étendue où l'on peut les

observer; tantôt, au contraire, ils paraissent constituer des masses interposées dans le terrain de grès.

Pour faire connaître ces dispositions, je vais indiquer plusieurs coupes dans lesquelles j'ai observé la relation du porphyre et du grès.

§ 24. Près de Figeac, on voit, sur la rive droite du Cellé, une masse de porphyre, qui paraît intercalée dans le grès. Elle se dessine sur une coupe verticale, qui forme comme un mur de terrasse dans un des jardins dépendans de la ville; le porphyre présente une espèce d'avancement dans le grès, comme on le voit dans la *fig.* 1, Pl. VI. Le porphyre est disposé dans le sens de la stratification, de façon que, vu sur une petite étendue, il paraît former une couche régulière au milieu du terrain houiller; mais, en le suivant sur toute sa longueur, on voit qu'il présente des parties saillantes, qui s'avancent dans le grès, lesquelles sont disposées de la même manière qu'elles devraient l'être si le porphyre avait détruit le grès sans lui faire éprouver de dérangement. En effet, les couches de grès que l'on a observées d'un côté de ces avancements de porphyres se retrouvent de l'autre à la même hauteur, circonstance qui est très-prononcée par les bandes de galets de différentes grosseurs que l'on voit dans le grès. D'après cette disposition, on pourrait, il est vrai, supposer que le porphyre est d'une formation plus ancienne que le grès, et que cette dernière roche s'est déposée dans les parties creuses que présentait le porphyre, de la même manière que l'argile plastique a rempli les vastes dépressions qui sillonnent la surface de la craie; mais, dans cette supposition, il est assez difficile de conge-

Porphyre intercalé. Vallée du Cellé.

voir cette parfaite correspondance des lignes de galets qui annonce une continuité de couches ; nous verrons, en outre, dans les exemples suivans, le porphyre et le grès houiller associés ensemble, ce qui doit faire regarder comme très-probable que le porphyre est, dans ce cas, enclavé dans le terrain.

Le porphyre est recouvert par des couches nombreuses de grès, dont la nature est assez analogue au grès houiller, mais qui ressemble aussi beaucoup à certaines couches du grès bigarré. Il est composé presque entièrement de galets siliceux et de petites parties blanches feldspathiques.

Le grès ne paraît avoir subi aucune altération, seulement la surface des galets est corrodée, ainsi que je l'ai annoncé. Le porphyre est tabulaire au point de contact ; il est blanchâtre, un peu terreux, renferme des cristaux de pyroxène et de mica ; il a de l'analogie avec les porphyres trachitiques, et présente la même apparence qu'une roche qui forme à l'île d'Arran un filon dans le terrain du vieux grès rouge. En s'éloignant du grès, le porphyre devient plus compacte : c'est alors un porphyre rouge contenant des cristaux de feldspath et de pyroxène, semblables à ceux d'Oberstein et d'Édimbourg.

Sur la rive gauche du Cellé, on retrouve également des masses de porphyre, saillantes au milieu des prairies qui bordent cette rivière, et contribuent à donner un aspect très-pittoresque à la ville de Figeac. Ces masses sont quelquefois de porphyre rouge, comme sur la rive droite ; mais le plus ordinairement elles sont composées d'un porphyre vert que j'ai indiqué ci-dessus. La disposition de ces masses au milieu du terrain de grès n'est pas visible ; seulement les roches qui cou-

ronnent les prairies et celles qui ressortent dans la rivière font voir qu'elles sont enclavées dans le terrain houiller.

§ 25. Près du village de Planiolles, on observe deux alternatives prononcées de grès et de porphyre, comme nous allons l'indiquer. Lorsque, pour y arriver, on remonte dans la petite vallée de Carme, au Nord-Ouest de Figeac, on voit constamment le grès à gros grains former tous les monticules environnans et le porphyre se trouver dans le lit du ruisseau. Cette dernière roche se présente sous différens états : en général, c'est un porphyre d'un rouge brunâtre, mais quelquefois c'est une pâte terreuse, blanche, formant un sol d'une excellente qualité ; sans les passages continuels entre cette roche et le porphyre, on ne pourrait pas penser qu'elle lui appartient. Quelquefois, au contraire, le porphyre est noir, extrêmement solide, et ressemble, dans ce cas, à un basalte. Il contient alors des parties jaunâtres et des veinules de quartz-agate ; on y trouve aussi des masses dures, luisantes, se fendillant très-facilement, et fort analogues à du quartz lydien. Elles forment des espèces de couches au milieu de la roche noire ; celle-ci passe quelquefois à une roche verdâtre, à cassure conchoïde, unie. Souvent aussi, et principalement en approchant de Planiolles, le porphyre est associé avec une roche terreuse, verdâtre, que l'on est tenté de comparer à la wacke des Allemands. Cette roche se fendille et semble s'effleurir à l'air comme les marnes : c'est principalement dans cette partie terreuse que l'on trouve des boules de quartz-agate, très-rares cependant dans cette contrée.

Environs de  
Planiolles.

Au fond de la vallée, et un peu avant d'arriver au village de Planiolles, on trouve un grès houiller schisteux très-micacé, contenant de nombreuses impressions de calamites et quelques-unes de fougères; il forme des couches minces, qui sont fortement inclinées vers le Sud-Ouest. A quelques pas de là, en suivant le chemin qui monte, on voit, à sa partie inférieure, une masse de porphyre noir B, analogue à celui que nous venons d'indiquer; au coude, que présente le terrain, ne permet pas d'observer le contact immédiat de cette roche noire et du grès houiller; mais la forte inclinaison des couches de grès vers cette masse noire et le peu d'intervalle qui sépare les deux roches ne laissent aucun doute que le porphyre ne repose sur le grès houiller. En continuant à monter le chemin, et sur le même escarpement, on voit, comme l'indique la fig. 4, Pl. VI, du schiste houiller former des couches répétées au-dessus de la masse noire, ce schiste alterne M, M, avec deux couches d'un grès très-endurci, que j'ai pris, au premier coup d'œil pour du porphyre, mais dans lequel on distingue parfaitement à la loupe les grains quarzeux qui entrent dans sa composition. Une circonstance assez remarquable, c'est que les couches schisteuses qui recouvrent le porphyre noir ne plongent plus dans le même sens que celles qui lui paraissent inférieures. Elles sont disposées de manière à laisser entre elles un espace en forme de coin, qui est occupé par la masse de porphyre. L'ensemble des couches de schiste et des deux couches de grès qui alternent avec elles peut avoir de soixante à quatre-vingts pieds de puissance; quant à la masse noire, elle en a douze ou quinze.

Porphyre alternant avec le grès.

Au-dessus des couches schisteuses, le porphyre se montre de nouveau; il forme une masse considérable présentant un escarpement d'une trentaine de pieds d'élévation, dans lequel on observe la tendance à la forme prismatique: la nature de cette seconde masse de porphyre est différente de celle de la première. Il est brun rougeâtre, et contient de nombreux cristaux de feldspath et de mica. Le chemin montant doucement, on observe le porphyre sur une assez grande longueur; et quoiqu'on n'y remarque pas de stratification, cependant il paraît assez régulièrement disposé. Il présente une particularité fort remarquable, et qui peut éclairer sur son origine, c'est qu'il renferme plusieurs masses irrégulières de schiste noir semblable à celui sur lequel il repose, et qui y sont disposées comme des fragmens devraient l'être: l'une d'elles offre des ramifications comme l'indique la fig. 3, Pl. VI.

Le porphyre est recouvert par un grès à gros galets de quartz, dont la pâte est légèrement rougeâtre; ce grès forme des couches horizontales nombreuses et très-régulières; il est semblable, par ses caractères extérieurs, avec le grès qui constitue les escarpemens que l'on voit près de Figeac et sur les rives du Lot. La disposition en couches horizontales que présente ce grès supérieur, tandis que celui qui est plus bas est en couches fort inclinées, tendrait à faire croire que ces deux grès n'appartiennent pas à la même formation, et que le supérieur doit être associé au grès bigarré. J'ai déjà annoncé que ses caractères extérieurs pouvaient également se rapporter à cette dernière formation.

Ce grès est recouvert par un calcaire compacte, terreux, dolomitique, qui renferme, à Combecave, des amas et des veinules de galène et de calamine; enfin, le plateau de Planiolles, comme presque toutes les sommités qui bordent la vallée du Cellé, est couronné par un calcaire coquillier lamellaire, jaunâtre et rougeâtre, appartenant à l'étage inférieur du calcaire oolithique.

Coupe de porphyre de grès houiller à la Capelle.

§ 26. A la Capelle, située au Nord-Ouest de Figeac, il existe une butte composée d'une roche noire, regardée, par quelques personnes, comme analogue au basalte, si abondant dans le Cantal; mais il se rattache aux porphyres associés au terrain houiller.

Les environs de ce bourg sont composés d'un granite passant au gneiss, sur lequel est appliqué immédiatement un porphyre argileux jaune rougeâtre. Ce porphyre, assez schisteux, contient des cristaux de feldspath décomposés, passés à l'état terreux. En s'avancant vers l'Ouest, une roche grise contenant de petits cristaux de feldspath, et quelques lamelles de mica, succèdent au porphyre. La cassure de cette roche est conchoïde; on la voit sur une très-petite surface; elle est recouverte par une roche d'un gris verdâtre, très-schisteuse, fendillée dans tous les sens. En s'approchant du bourg de la Capelle, cette roche est remplacée par une roche verte, quelquefois terreuse, quoique cependant solide; elle devient compacte, et contient des noyaux d'agate, quelques cristaux de pyroxène et des parties d'un jaune verdâtre ayant quelque analogie avec le péridot.

En continuant à marcher vers l'Est, on rencontre une roche noire, à laquelle passe, d'une

manière très-sensible, la roche verte qui paraît se trouver au-dessous. Cette roche noire est un peu schisteuse; elle renferme un assez grand nombre de cavités remplies de chaux carbonatée laminaire et quelques lamelles vertes analogues à du pyroxène. C'est sur cette roche que s'appuie le grès houiller; celui-ci est associé à du schiste, dans lequel il existe une couche peu puissante de houille de mauvaise qualité.

§ 27. Sur les bords du Lot, le porphyre se montre près de Livignac et de Flagnac; entre ce dernier bourg et Saint-Michel-d'Aubin, on voit, sur la route nouvellement ouverte pour le service des usines que l'on construit à Firmy, une coupe intéressante, en ce qu'elle montre le porphyre formant une couche régulière et intercalée dans le grès. Le schiste micacé, qui constitue les montagnes depuis les environs d'Aurillac, cesse à une petite distance au sud de Flagnac. Il est recouvert immédiatement par du porphyre rougeâtre, à base de feldspath compacte, contenant beaucoup de cristaux de feldspath. Ce porphyre se désagrège très-facilement et donne naissance à une espèce de sable. Il est associé avec une roche d'un vert brunâtre, tantôt très-solide, tantôt assez tendre: dans ce dernier cas, elle se décompose en boules exactement comme le basalte, de manière que les escarpemens qu'il présente sont composés de masses arrondies. Dans quelques points, il paraît schisteux, et, dans ce cas, la direction des feuilletés est la même que celle des couches de schiste micacé, qui plongent de 40 à 50 degrés vers le S.-E.

On trouve quelques rognons d'agate dans la

Porphyre dans le grès à Flagnac.

roche verdâtre. Elle contient aussi très-souvent des parties serpentineuses, qui y forment des nodules et de petites veines verdâtres, dans lesquels on distingue très-bien les caractères de la serpentine; quelquefois aussi cette substance est tellement disséminée dans la roche, qu'elle lui communique de la ténacité, et je crois que c'est à son mélange qu'est dû le peu de dureté de la roche verte. Dans ce dernier cas, la serpentine prend la couleur brunâtre. La présence de la serpentine, répandue avec assez d'abondance dans les porphyres, me paraît remarquable, et permettrait de croire que peut-être les porphyres sont liés avec une masse considérable de serpentine, dont je parlerai plus loin.

Nodules de serpentine dans le porphyre.

La masse de porphyre dont nous venons de donner la description peut avoir 100 mètres de puissance; elle est recouverte par une couche de poudingue de 10 à 15 mètres de puissance, composée de galets de quartz, de granite; et surtout de schistes micacés. La pâte est schisteuse, de façon qu'on pourrait croire que ce poudingue appartient à un terrain de transition; mais comme il n'existe pas de formation de cette nature dans cette contrée, et de plus, que le terrain houiller se montre à deux cents pas au plus, il est assez naturel de penser que cette couche de poudingue en fait partie. A cette première couche en succède une seconde, mais qui est mélangée de grandes boules de porphyre, que l'on pourrait croire être le gros-galets, si l'on ne remarquait pas qu'elles sont juxtaposées et comme contiguës, et qu'elles doivent leur forme à la décomposition. Ces boules de porphyre, quoique contiguës, forment

cependant différentes ramifications au milieu de la couche de poudingue, et non pas une couche intercalée. La *fig. 3*, Pl. VI, fait voir cette disposition, qui est conforme à l'idée d'une pénétration du porphyre dans le grès.

A une très-petite distance de ces derniers porphyres, le grès commence; il est rouge et très-schisteux. Il contient beaucoup de marnes, qui se décomposent dans tous les sens, et n'ont pas l'apparence d'appartenir au grès houiller; mais ils contiennent des veinules de houille et passent insensiblement au grès schisteux avec im-

pressions. § 28. Les porphyres de Flagnac paraissent se rattacher à une masse considérable de serpentine qui se trouve près de Firmy; elle constitue, à elle seule, la montagne désignée dans le pays sous le nom de Puy-de-Jas Volle, qui forme une espèce d'île à la séparation du terrain ancien, du grès houiller et du grès bigarré, et ne présente de liaison avec aucun d'eux; cette montagne, de forme conique, entièrement isolée, s'élève au-dessus de toutes celles de grès qui l'environnent. Elle n'est pas stratifiée, quoique cependant on y observe beaucoup de divisions; mais celles-ci paraissent être plutôt le résultat de fissures qui traversent la roche (souvent, à la vérité, dans des directions parallèles), que le résultat de la stratification. La serpentine y est, en général, d'un vert brunâtre très-foncé; elle contient fréquemment de la diallage métalloïde, du fer oxidulé, du fer chromé, des grenats et du calcaire. Dans quelques parties de la montagne, la réunion de la serpentine et du calcaire produit de fort beau marbre, qui a été exploité à plusieurs reprises.

Analogie entre les porphyres et la serpentine.

La serpentine se trouvant dans le groupe de terrain ancien du centre de la France, assez fréquemment enclavée dans le gneiss ou dans le granite, comme nous l'avons déjà indiqué § 11, on a regardé la montagne de Firmy comme appartenant également au même terrain. Lors du premier voyage que je fis dans ce pays, j'avais adopté entièrement cette opinion; mais ayant eu occasion d'y retourner depuis que j'ai étudié les *ophites* des Pyrénées, j'ai trouvé qu'elle avait une grande analogie avec les monticules d'ophite, sinon dans la roche qui la compose, du moins dans sa manière d'être, et je crois que l'on doit la regarder comme d'une origine semblable et d'une époque à-peu-près contemporaine. La serpentine que l'on trouve (à la vérité en très-petite quantité) dans les porphyres de Flagnac et de Livignac; le passage que présentent les porphyres à une roche véritable tendre; l'espece de continuité entre les porphyres et cette montagne de serpentine; enfin la manière d'être de la serpentine, qui constitue ici une montagne entière, tandis que cette roche ne se trouve ordinairement qu'en amas ou en couches peu puissantes dans les terrains anciens, sont autant de circonstances qui semblent conduire à cette hypothèse. Ce fait n'est pas, au reste, aussi isolé qu'on pourrait le croire; j'ai encore observé aux environs de Thiviers, près de la mine de manganèse qu'on exploite dans ce pays, une masse considérable de serpentine, qui se trouve à la séparation du grès bigarré et du terrain ancien, et dont il est impossible d'observer la relation avec l'un ou l'autre de ces terrains. La variolite du Drac, qui contient aussi fréquemment de la serpentine et de la diallage,

certaines euphotides, principalement celles des Apennins, décrites par M. Brongniart comme associées avec des terrains secondaires, me paraissent des phénomènes du même ordre qui viennent à l'appui de l'hypothèse que je hasarde sur l'âge de la serpentine de Firmy; je suis loin de croire au reste que tous les dépôts de serpentine soient du même âge, et j'ai déjà exprimé ma manière de penser à cet égard dans la partie de ce Mémoire relative aux terrains anciens.

§ 29. L'examen des différentes coupes dont je viens de donner la description me paraît prouver que les porphyres sont enclavés dans le terrain houiller, et qu'ils y existent de deux manières, lesquelles se réduiraient peut-être à une seule si on pouvait les observer sur une grande étendue: savoir, en couches régulières, comme à Flagnac et à Planiolles, couches dans lesquelles on n'observe pas, à la vérité, de stratification, et en couches intercalées, comme à Figeac et dans la première localité, où le porphyre affecte les deux dispositions. Il paraîtrait donc qu'ils forment un accident dans ce terrain, et qu'ils y ont été introduits postérieurement en détruisant une partie du grès qu'ils auraient remplacé. Ces porphyres, quoique postérieurs au terrain d'après cette supposition, doivent cependant avoir été produits à-peu-près dans une période géologique, qui s'étend du grès houiller au grès bigarré, car on ne les retrouve pas dans les formations supérieures, tandis qu'il en existe de nombreux exemples dans celle qui nous occupe.

Ces faits sont entièrement d'accord avec ceux que l'on observe à Edimbourg, et que je crois utile d'indiquer succinctement dans une no-

Résumé sur  
les  
porphyres.

te (1), quoiqu'ils soient connus de tous les géologues.

(1) La ville d'Édimbourg est couronnée par quatre collines isolées, qui se détachent sur l'horizon en forme de cônes : elles sont composées de grès et de roches porphyriques. Le grès appartient au terrain houiller, qui est exploité à une petite distance de cette ville. Le porphyre feldspathique est quelquefois pyroxénique; il contient des cristaux très-abondans de feldspathes on y voit aussi fréquemment des cristaux de pyroxène. Ce porphyre passe à des amygdaloides, dont les noyaux, en général calcaires, sont quelquefois d'agate, comme à Oberstein.

Dans la colline de Salisbury-Craigs, dont le pied s'étend jusque dans les faubourgs de la ville, le contact du grès et du trapp présente des dispositions singulières. Souvent, la surface du grès, fort irrégulière, est sillonnée d'élévations, qui sont enveloppées de porphyres; d'autres fois, de grès pousse des ramifications dans le terrain supérieur. Enfin, dans quelques cas rares, à la vérité, nous avons vu des masses de grès enclavées entièrement dans le trapp, les unes, disposées dans le sens de la stratification, tandis que les autres étaient placées de manière à donner l'idée d'un fragment d'une couche de grès empaté dans le porphyre.

Si nous nous éloignons de ces collines pour observer le même terrain, qui forme les deux rives du Forth, on est étonné de la régularité de la stratification, régularité qui ferait naître une opinion bien différente sur l'origine du porphyre, si l'on n'avait pas, à une petite distance, des preuves presque irrécusables du bouleversement que son introduction a produit au milieu du terrain houiller : ainsi, sur la côte de New-Haven, nous avons vu une alternance régulière de quinze couches de grès et de porphyre. Les couches sougtes n'excèdent pas 2 pieds, quelquefois elles atteignent une épaisseur beaucoup plus considérable.

En comparant ces phénomènes avec ceux de Figeac, on voit que dans l'un et dans l'autre lieu, le porphyre est enclavé dans le terrain houiller, qu'il est de même nature, et qu'il se trouve, dans la même disposition, en couches et en masses intercalées. Il est impossible de ne pas ad-

§ 30. Le terrain houiller des environs de Rodez forme une bande très-allongée sur la rive gauche de l'Aveyron. Il commence à une très-petite distance de la ville et se prolonge jusqu'à Saint-Geniez. Les principales mines exploitées dans ce bassin longitudinal sont celles de Senp-sac, de Gages, de Bertholène, de Leissac, Méjamel, Drouille près Saint-Geniez, etc. Dans toutes ces mines, le terrain houiller, dont l'épaisseur est peu considérable, repose immédiatement sur le terrain ancien, qui ressort de tous côtés. Il est recouvert presque toujours par un grès dont les couches inférieures sont analogues au grès rouge, et les couches supérieures se rapportent au grès bigarré, formations qu'il est au reste souvent impossible de distinguer quand le calcaire magnésifère n'existe pas.

A Sensac, il existe deux mines : la première, ouverte depuis long-temps, est exploitée par une

mettre que, malgré leur régularité, les couches de porphyre ne soient de même origine que les masses. M. le docteur Macculloch, qui a fait un ouvrage très-intéressant sur l'Ecosse, suppose que ces porphyres ont été introduits postérieurement dans le terrain houiller. Une opinion semblable a été émise par M. le professeur Sedgwick pour expliquer la formation des roches trappées qui existent dans les calcaires de transition du Cumberland et du Derbyshire, et qui y produisent également des anomalies.

Je serais entraîné trop loin si je voulais développer davantage ici les idées de ces deux savans géologues anglais. Je crains que le précis que je viens d'en donner me soit trouvé trop incomplet, et en général que cette note ne soit trop courte, et, par suite, difficile à comprendre pour ceux qui n'ont pas visité l'Ecosse. Cependant, il m'a paru indispensable de signaler cette analogie du terrain porphyrique des environs de Figeac avec celui qui entoure la ville d'Édimbourg.

Terrain  
houiller des  
environs de  
Rodez.

galerie au niveau de la vallée; la seconde était seulement en recherche lorsque je la visitai.

Dans la première, la houille forme deux couches, dont l'épaisseur totale est de deux mètres; elles sont séparées, par une couche très-mince, d'un schiste argileux luisant. La houille, de qualité inférieure, bonne seulement à la cuisson de la chaux, colle très-mal; elle est enclavée dans un grès contenant très-peu d'impressions et jamais de fougères.

Dans la seconde mine, dont la profondeur est de 23 toises, on a d'abord traversé les couches de houille qui forment la base de l'exploitation précédente; on est ensuite arrivé à du grès houiller à grains très-fins, contenant de nombreuses impressions végétales, et entre autres des empreintes de fougères, à la vérité fort rares. Au milieu de ce grès, il existe des rognons de fer carbonaté. Le puits était arrivé, lors de ma visite, à un grès houiller très-schisteux passant au schiste houiller, et l'on avait grande espérance d'atteindre très-prochainement la couche de houille exploitée dans les mines de Bertholène, de Gages, etc., par des puits de 22 à 25 toises de profondeur.

Le grès houiller est en couches inclinées; il est recouvert immédiatement par un grès à couches horizontales, qui ressemble, du moins dans ses couches inférieures, au grès houiller, mais qui fait partie du grès bigarré, qui forme un plateau assez considérable aux environs de Rodez.

Ce bassin houiller ne présente aucune particularité remarquable; on n'y trouve point de porphyre associé, et pour ne pas sortir du cadre que je me suis tracé, je n'aurais pas dû en don-

ner la description; mais j'ai cru devoir l'indiquer succinctement, pour faire ressortir l'analogie des couches inférieures du grès bigarré avec le grès houiller, analogie qui me porte à croire que les couches de grès des environs de Figeac peuvent aussi appartenir à ce terrain.

§ 31. Le terrain houiller de Brassac est traversé par un filon de roche d'un vert foncé, entièrement analogue aux roches qui forment des dykes considérables dans le terrain houiller d'Angleterre et principalement dans le bassin de Newcastle. Elle est surtout très-analogue à la roche du dyke de Trockloy; sa cassure est esquilleuse, elle renferme des parties plus claires, lamelleuses, qui paraissent être du feldspath. Ce filon a été, je crois, déjà indiqué; mais comme le pays est couvert de dépôts basaltiques, on le regarde comme un filon de basalte. Ce rapprochement ne peut avoir lieu, et cette roche est du même âge et de même nature que certaines roches de Figeac et que celle désignée sous le nom de roche noire, aux environs de Fins, où on observe ce filon principalement dans la concession de M. le comte de Laizer: il coupe les couches perpendiculairement à leur direction. Je l'ai suivi sur une soixantaine de pieds de longueur; pendant cet espace, je n'ai pas vu le contact avec aucune couche de houille; mais, en marchant suivant sa direction, j'ai rencontré une couche de houille sur laquelle on avait fait des recherches, et j'ai recueilli, dans les murs de séparation qui existent auprès, des fragmens nombreux de houille et de schistes houillers altérés. Cette houille, fort endurcie, se divise en petites parties colonnaires; elle ne contient plus que très-peu

Filon de porphyre à Brassac.

de bitume, et, sous ce rapport, elle se rapproche du coke. Elle est criblée d'une infinité de petits trous, ce qui lui donne un tissu poreux. Ces altérations sont exactement les mêmes que celles que nous avons observées sur la houille qui se trouve en contact avec les dykes du Northumberland.

Roche noire  
de Noyant.

§ 32. Nous rappellerons ici que l'on connaît depuis long-temps dans le terrain houiller de Noyant (Allier), une couche porphyrique désignée, dans le pays, sous le nom de *roche noire*. D'après la description très-circonstanciée que M. Puvion en a donnée dans les *Annales des Mines* (tome III, page 43), on voit que cette roche, d'un vert foncé, contient des lamelles plus claires que la pâte, et qu'elle passe à des roches jaunâtres, terreuses, contenant une grande quantité de petits cristaux de feldspath. Cette roche forme deux couches, qui alternent avec le schiste et le grès houiller, et présente, dans cette localité, une régularité qui la ferait regarder comme contemporaine au terrain houiller. Si l'on compare ces porphyres avec ceux de Figeac, on reconnaît, comme l'a annoncé M. Berthier (*Annales des Mines*, tome III, page 49), qu'il y a identité entre eux, et qu'ils sont dus aux mêmes causes. On reconnaît également, en comparant les roches dites noires de Noyant avec celles de Figeac et des environs de Brassac, qu'il y a aussi une analogie parfaite entre cette dernière et les deux autres, mais si, dans ces trois localités, les roches se présentent avec des caractères minéralogiques semblables, il n'en est pas de même pour leur position géologique, qui est pour ainsi dire contradictoire, les porphyres de

Noyant étant en couche régulière, et paraissant contemporains au terrain houiller, tandis que celui de Brassac, au contraire, y forme un filon très-prononcé, qui coupe les couches et porte tous les caractères de postériorité. Enfin, ceux de Figeac réunissent, ainsi que je l'ai annoncé, ces deux manières d'être, et conduisent à penser que, malgré l'apparence de régularité que l'on observe dans les couches de Noyant, on doit regarder les roches qui les composent comme de même âge et de même origine, que le filon de Brassac.

§ 33. Pour compléter l'histoire des particularités que présentent les terrains houillers de cette partie de la France, je dirai quelques mots sur la colline de Saint-Priest, que l'on voit dans le bassin houiller de Saint-Etienne. La forme conique de cette colline a toujours attiré l'attention des naturalistes. Quoique la nature des roches qui la composent ait été décrite avec beaucoup de détail par M. de Bournon, dans sa *Description lithologique des environs de Saint-Etienne*, je crois utile d'en dire quelques mots, peu de personnes sachant à quel terrain elle se rapporte. Cette colline, sur laquelle est bâti le village qui lui donne son nom, domine la plupart de celles qui l'environnent. Le bas est composé de grès houiller véritable, analogue à celui qui compose en partie ce bassin; il est peu micacé, et par conséquent rarement schisteux. Il contient beaucoup de parties blanches et dues à du feldspath altéré, circonstance qui se présente fréquemment dans les grès. Il me semble avoir beaucoup d'analogie avec celui qui occupe la partie inférieure du terrain houiller en

Butte de St.-  
Priest.

Angleterre, notamment à Newcastle et dans les montagnes qui séparent Sheffield de Castleton, grès qui est désigné, dans ce pays, sous le nom de millstone-grit. Il présente quelques empreintes végétales : ce sont principalement des calamites.

Vers le milieu de la colline, les caractères du grès commencent à disparaître; cependant on les observe encore. La roche est composée en partie de quartz-silex, noir et gris clair, qui paraît y être tantôt disséminé en fragmens, tantôt, au contraire, contemporain à la pâte, dans laquelle il se fonde; la pâte est en outre très-siliceuse, ce qui donne à la roche une grande solidité; on y observe encore un assez grand nombre de paillettes de mica pour reconnaître qu'il y a une liaison entre ce grès et celui qui forme le bas de la côte. La pâte est souvent caverneuse et luisante; ces cavités, d'après leur forme, ne sont pas dues à des grains de sable tombés : ce sont de petites vacuoles de formes très-irrégulières, et analogues, mais très en petit, aux cavités que présentent les silex meuliers des environs de Paris. Les parties qui séparent ces cavités sont souvent très-aiguës; fréquemment elles sont tapissées de petits cristaux de quartz hyalin ou de baryte sulfatée : cette dernière substance, quoique moins abondante que la première, ne laisse pas d'y être en assez grande quantité. Quelquefois elle forme des cristaux de plusieurs lignes de diamètre, mais souvent aussi l'on voit de petites lames de cette substance, qui brillent et donnent à la pâte un certain aspect cristallin.

Vers le sommet de la colline, les caractères du grès ont presque entièrement disparu; on ne

les observe plus que dans quelques parties, notamment vers une petite place qui se trouve près de l'église. Dans cet endroit, il contient encore de nombreuses empreintes de tiges; il passe à un quartz-silex, qui forme la roche principale de cette colline : ce silex se casse avec une grande facilité, et paraît comme étonné dans tous les sens. Les nombreuses fissures qu'il présente sont tapissées de petits cristaux de quartz-hyalin, et quelquefois, mais plus rarement, de baryte sulfatée. La couleur la plus ordinaire de ce silex est un gris bleuâtre, assez analogue à la calcédoine bleue; il y en a aussi de noir assez foncé et gris clair. Souvent les couleurs se nuancent entre elles et donnent au silex une structure rubanée.

Nous avons trouvé dans ces quartz-silex quelques empreintes de tiges de calamites, analogues à celles que nous venons d'indiquer dans le grès, lesquelles sont entièrement semblables à celles que présente le terrain houiller du bassin de Saint-Etienne; mais nous avons recueilli en outre quelques empreintes de fougère dans ce même silex.

Le passage que nous venons d'indiquer entre le quartz-silex et le grès, assez semblable au grès houiller, les empreintes de tiges de roseaux, assez nombreuses, et celles de fougères, fort rares à la vérité, que nous avons observées dans l'une et l'autre de ces roches, ne permettent pas de douter que la butte de Saint-Priest ne soit une dépendance du terrain houiller. Mais quelle cause a donné à cette colline la forme conique qu'elle présente? On ne peut croire que c'est à la dénudation seule qu'elle la doive. Quelle circonstance aussi a répandu avec une si grande

profusion la matière siliceuse cristalline et la baryte dans les roches qui la composent. Ce sont deux questions que nous ne chercherons pas à résoudre. Nous dirons seulement qu'il est naturel de penser que ce phénomène est analogue à celui qui a donné naissance aux arkoses, et que c'est probablement à la même cause que sont dus les minéraux qui existent dans l'un et l'autre grès. On doit aussi probablement regarder le ciment siliceux du millstone-grit du Sud du pays de Galles, comme produit par des circonstances semblables, et tous ces grès doivent être rangés avec les arkoses. Ainsi, la formation de cette colline rentre dans une classe assez générale de phénomènes; mais elle présente ici un caractère particulier, c'est de former une butte isolée et conique; il est probable cependant que c'est à la même cause que sont dus ces deux phénomènes, qui ne se reproduisent dans aucun autre point du terrain houiller du bassin de la Loire, et dont on n'a pas encore cité d'autres exemples.

## ORDONNANCES DU ROI, CONCERNANT LES MINES;

RENDUES PENDANT LE SECOND TRIMESTRE DE 1827,  
ET LE COMMENCEMENT DU TROISIÈME DE CETTE  
MÊME ANNÉE.

ORDONNANCE du 5 avril 1827, portant que la soumission de la compagnie d'Anzin est acceptée. En conséquence, la redevance proportionnelle des mines de houille d'Anzin, Raismes, Saint-Saulve, Fresnes et Vieux-Condé (Nord) est fixée, sous forme d'abonnement, à 40 000 fr. en principal par année pour chacune des années 1826, 1827, 1828, 1829 et 1830.

ORDONNANCE du 11 avril 1827, portant que les sieurs Bouchot frères sont autorisés à établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, deux lavoirs à bras pour le lavage du minéral de fer dans leur propriété, au lieu dit les Aiges, commune de la Chapelle-Saint-Quillain (Haute-Saône).

ORDONNANCE du 11 avril 1827, portant autorisation au sieur Branche de construire, pour le lavage du minéral de fer, un patouillet à roue, près le moulin dit Harlin ou du Bas, qu'il possède sur la rivière de Morthe, commune de la Chapelle-Saint-Quillain (Haute-Saône).

facture  
des  
bonnes et  
leuz

Mines de  
houille  
d'Anzin,  
Raismes,  
St.-Saulve,  
Fresnes et  
Vieux-Condé.

Lavoirs à  
bras de la  
Chapelle-  
Saint-Quil-  
lain.

Patouillet à  
roue de la  
Chapelle-  
Saint-Quil-  
lain.

Lavoirs à  
bras de  
Bouhans et  
Feurg.

**ORDONNANCE** du 11 avril 1827, portant que le sieur Granjond est autorisé à tenir et conserver en activité, conformément au plan joint à la présente ordonnance, quatre lavoirs à bras qu'il a établis dans sa propriété pour le lavage du minéral de fer, sur le cours de la fontaine de Feurg, commune de Bouhans et Feurg (Haute-Saône).

Usine à fer  
de Malherbeaux.

**ORDONNANCE** du 11 avril 1827, portant que le sieur Combescot est autorisé à conserver et tenir en activité l'usine à fer dite de Malherbeaux, qu'il possède sur le Haut-Vezère, dans la commune de Savignac-Ledrier (Dordogne), et que la consistance de cette usine est et demeure fixée, conformément aux plans de masse et de détails joints à la présente ordonnance, à un haut-fourneau, deux affineries, un marteau et un bocard.

Mine de  
schiste carbo-bitumineux de Menat.

**ORDONNANCE** du 17 avril 1827, portant concession d'une partie de la mine de schiste carbo-bitumineux de Menat (Puy-de-Dôme).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. 1<sup>er</sup>. Il est fait concession aux sieurs Payen, Lecerf, Didier, Pluvinet et Moissier de la partie de la mine de schiste carbo-bitumineux de Menat, située sur la rive droite du ruisseau de la Mer, commune de Menat, département du Puy-de-Dôme.

Cette concession, dont l'étendue superficielle est de trente hectares quarante-trois ares, conformément au plan fourni par les dénommés ci-dessus, et qui restera annexé à la présente ordonnance, est limitée ainsi qu'il suit :

Au sud-est, par une ligne droite partant de la rencontre de l'axe de la route de Clermont à Montluçon par la rive gauche du ruisseau de la Mer, et dirigée sur la maison du domaine dit de Pierre ;

Au sud, de ce dernier point par une ligne droite menée jusqu'au sommet de l'angle sud-ouest du pré dit du Feu de Quilles, au sieur Mathet ;

Au sud-ouest, de ce dernier point par une ligne droite tirée sur l'angle est de la maison du sieur Routet, la plus à l'ouest de Menat, et prolongée jusqu'à sa rencontre avec la rive gauche du ruisseau de la Mer ;

Au nord, à partir de ce dernier point, où il sera planté une borne, par ladite rive gauche, jusqu'à sa rencontre avec l'axe de la grande route de Clermont à Montluçon, point de départ.

ART. II. Les concessionnaires paieront annuellement entre les mains du receveur de l'arrondissement, les redevances fixe et proportionnelle établies par la loi du 21 avril 1810.

ART. III. En exécution des articles 6 et 42 de la même loi, ils paieront aux propriétaires de la surface une redevance égale au quart du produit brut, tant que l'exploitation sera faite à ciel ouvert.

Le cas arrivant d'une exploitation par travaux souterrains, la redevance sera déterminée suivant les proportions indiquées par le tableau inséré dans l'ordonnance du 30 août 1820, au sujet des mines de houille de Roche-Molière et Firminy, département de la Loire.

ART. IV. La redevance sera payée en argent aux propriétaires du sol, en suite de l'estimation de la portion du produit brut qui leur est attribuée par l'article précédent.

Cette estimation sera faite de gré à gré entre eux et les concessionnaires, ou par des experts choisis ou nommés d'office.

ART. V. Les concessionnaires restent tenus en outre au paiement de toute indemnité envers les propriétaires de la surface, dans tous les cas prévus par les articles 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810.

ART. VI. Ils se conformeront aux clauses, charges et conditions exprimées ci-après :

(A) Ils approfondiront verticalement le lit du ruisseau de la Mer (en commençant par la partie inférieure) jusqu'au

niveau de son confluent avec le ruisseau du Coupier ou de la Faye.

(B) Il sera procédé, au fur et à mesure de cet approfondissement, à l'exploitation à ciel ouvert du schiste carbonifère, en s'avancant par un ou plusieurs gradins ordonnés, suivant la hauteur de la masse minérale, depuis le niveau des eaux jusqu'à la terre végétale.

(C) Pour cet effet, on enlèvera, au fur et à mesure, la terre végétale superficielle, et on recouvrira avec soin les déblais ou schistes de mauvaise qualité, laissés derrière soi, afin de rendre par là à l'agriculture les champs envahis par l'exploitation.

(D) Sur le haut des gradins, on se ménagera des chemins d'extraction et des quéducs convenables, pour conduire les matières et l'eau jusqu'au ruisseau de la Mer, sur le bord duquel sera établi le chemin principal de roulage.

(E) On exploitera de front toutes les propriétés sans exception, qui se trouveront rencontrées, en payant au préalable les indemnités dues pour les terrains ou dommages causés d'une manière quelconque.

(F) Dans le cas où les travaux d'exploitation du schiste nuiraient à l'exploitation présente ou future du tripoli, les concessionnaires seront tenus, si le propriétaire de la surface l'exige, d'acheter les portions du sol qui y correspondent. L'évaluation du prix sera faite conformément aux règles établies par les articles 43 et 44 de la loi.

(G) Tout passage, pont et voie publique ou particulière interceptés par l'exploitation, seront préalablement remplacés par les concessionnaires, qui paieront en outre une indemnité, fixée à l'amiable ou à dire d'experts, soit aux particuliers, soit à la commune, dans le cas où la nouvelle communication se trouverait plus incommode que l'ancienne.

(H) Les concessionnaires sont obligés de remplir les conditions ci-dessus non-seulement à l'égard de l'administration et du maire de Ménat, mais encore vis-à-vis les propriétaires et autres personnes intéressées, qu'ils indemniseront dans tous les cas, préalablement et conformément aux lois, de toutes les pertes et dommages qu'ils pourront leur causer, soit en levant ou en desséchant les terrains, soit en tarissant les sources, en gênant l'exploitation des domai-

nes, ou enfin en nuisant d'une manière quelconque dans le présent, ou l'avenir.

(I) Les concessionnaires seront tenus de pratiquer des trous de sonde en nombre suffisant, aux points qui leur seront indiqués par l'administration, pour reconnaître la disposition du gîte au-dessous du niveau du ruisseau de la Mer.

Il sera statué ultérieurement par l'administration, sur le mode qui devra être suivi pour l'exploitation de cette partie de la concession.

*ORDONNANCE du 25 avril 1827, portant que le sieur Ferréol-Poncelin de Raucourt est autorisé à établir, conformément aux six plans joints à la présente ordonnance, dix lavoirs à bras pour le lavage du minerai de fer, à la suite de cinq étangs ou anares, situés dans la partie de la forêt dite Bellevainne, dont il est propriétaire, savoir : deux dans le canton de cette forêt dit le Grand-Bois ; deux dans le canton de la Coupette ; deux dans le canton dit du Pontot ; deux dans le canton dit de la Baraque, et deux dans le canton dit les Grands Quatre-vingts, le tout sur le territoire de Fretigny (Haute-Saône).*

Lavoirs à bras de Fretigny.

*ORDONNANCE du 25 avril 1827, portant que le sieur Menoire, acquéreur du martinet à cuire que le sieur Segon possédait au lieu dit Paysse, commune de Penne (Lot-et-Garonne) est autorisé à conserver ce martinet en activité, et à en jouir conformément à la transaction notariée, faite entre lui et le sieur Sarrazin, le 25 janvier 1826 ; et que la consistance de cette usine, ainsi que le représente le plan de masse et de détails joint à la présente ordonnance, est et demeure fixée à un feu pour résoudre le cuivre, et à un martinet du poids de 200 kilogrammes pour l'ouvrer.*

Martinet à cuire de Penne.

Lavoirs à  
bras de la  
Chapelle-  
St. Quillain.

ORDONNANCE du 25 avril 1827, portant que le sieur Seltier est autorisé à établir, conformément aux deux plans joints à la présente ordonnance, quatre lavoirs à bras pour le lavage du minéral de fer sur ses propriétés, savoir : deux au lieu dit en Rouge-Fontaine, et les deux autres dans le pré des Tremblots, commune de la Chapelle-Saint-Quillain (Haute-Saône).

Usine à fer  
des  
Touillards.

ORDONNANCE du 2 mai 1827, portant autorisation de construire une usine pour l'affinage de la fonte de la houille, au lieu dit les Touillards (Saône-et-Loire).

(Extrait.)

Verrerie de  
Fresnes.

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. Ier. Le sieur Lagrion est autorisé à construire sur la Bourbince, au lieu dit les Touillards, commune de Ciry, département de Saône-et-Loire, une usine pour l'affinage de la fonte à la houille.

ART. II. La consistance de cette usine est et demeure fixée conformément au plan de masse et de détails joint à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit :

- 1°. Un fourneau à réverbère pour l'affinage de la fonte ;
- 2°. Un feu de chaufferie ;
- 3°. Un marteau pour le cinglage et l'étirage.

ART. VI. Il ne pourra être consommé dans cette usine d'autre combustible que de la houille ou de la tourbe.

Mines de fer  
de  
Fleurey-les-

Mines d'an-  
thracite de  
St.-Martin  
de Queyriè-  
res.

ORDONNANCE du 2 mai 1827, portant concession de la mine d'antracite de Saint-Martin de Queyrières (Hautes-Alpes).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. Ier. Il est fait concession au sieur Jean-Etienne Flandin de la mine d'antracite située sur le territoire de

la commune de Saint-Martin de Queyrières, au quartier dit les Fonges de Rochemonte, près le hameau de Bouchier, département des Hautes-Alpes.

ART. II. Cette concession est limitée ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, par une ligne droite partant de Roche-Rouge, au-dessous des Ballets, et allant aboutir à la maison de François Caille ;

A l'ouest, par une ligne droite partant de la maison de François Caille et se dirigeant vers le bas de Rochemonte ;

Au midi, par une ligne droite joignant le haut et le bas de Rochemonte ;

Enfin à l'est, par une ligne droite, allant du haut de Rochemonte à Roche-Rouge, point de départ.

Les limites ci-dessus comprennent une étendue superficielle de vingt-huit hectares seize ares, conformément au plan, qui demeurera annexé à la présente ordonnance.

ORDONNANCE du 2 mai 1827, portant que le sieur Emile-Moreau Saugrain, propriétaire d'une verrerie située à Fresnes (Nord), est autorisé à ajouter à cette verrerie deux nouveaux fours, composés chacun de huit pots ou creusets, destinés à la fabrication des bouteilles et du verre à vitre, et que, dans ces nouveaux fours, l'impétrant ne pourra employer aucun autre combustible que la houille.

Verrerie de  
Fresnes.

ORDONNANCE du 16 mai 1827, portant concession des mines de fer de Fleurey-les-Faverney (Haute-Saône).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. Ier. Il est fait concession aux sieurs Galaire, Patret et au sieur Guy des mines de fer de Fleurey-les-Faverney, département de la Haute-Saône.

ART. II. Cette concession, renfermant une étendue su-

Mines de fer  
de  
Fleurey-les-  
Faverney.

perficielle d'un kilomètre carré trente-sept hectares quatre-vingt-huit ares, est et demeure limitée, conformément au plan joint à la présente ordonnance, comme il suit, savoir :

Au sud, par deux lignes droites passant par le poirier (désigné au plan par la lettre H) qui se trouve dans une terre labourable du canton de Chassignole, appartenant au sieur Joseph Étienne, par l'intersection de la route de Vesoul à Favorney et du chemin de Fleurey audit canton de Chassignole et par le clocher de l'église de Fleurey ;

A l'ouest, par une ligne droite allant dudit clocher de l'église de Fleurey au poirier (désigné au plan par la lettre A), qui est situé à l'extrémité septentrionale d'un champ appartenant au sieur Guy, un des concessionnaires ;

Au nord, par trois lignes droites passant par ledit poirier du champ du sieur Guy, par un noyer qui se trouve (point D du plan) à l'extrémité occidentale, d'une haie située dans les terres labourables de Fleurey, par une croix en pierre située sur le chemin de Fleurey à Favorney, l'endroit dit la Goulotte, et par l'angle sud-est de la ferme de Bethléem, sise sur le territoire de Favorney ;

A l'est, par une ligne droite allant dudit angle sud-est de la ferme de Bethléem au poirier du champ du sieur Joseph Étienne, point de départ.

Mines de houille des Bérauds et des Gabeliers.

Patouillet et lavoirs à bras de Percey-le-Grand.

Lavoir à bras de la Chapelle-Saint-Quillain.

**ORDONNANCE du 16 mai 1827, portant que les sieurs Claude-Antoine et Jean-Louis Guyot sont autorisés à établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, quatre lavoirs à bras pour le lavage du minéral de fer, sur un terrain qui leur appartient au lieu dit Es-Marais, commune de Percey-le-Grand (Haute-Saône).**

**ORDONNANCE du 23 mai 1827, portant que les sieurs Derosne et Compagnie sont autorisés à conserver et tenir en activité le lavoir à bras établi sur le ruisseau de Mazibey, dans la commune de la Chapelle-Saint-Quillain (Haute-Saône), pour le lavage du minéral de fer, conformément au plan joint à la présente ordonnance.**

**ORDONNANCE du 23 mai 1827, portant que le sieur Méot est autorisé : 1°. à transférer, conformément au plan joint à la présente ordonnance, le patouillet à roue existant sur la rigière de Vingeanne, près du moulin dit du Faas, dont il est propriétaire, au point G de ce plan sur le canal de décharge de ce moulin ; 2°. à rétablir au point L du même plan les deux lavoirs à bras qui existaient en K, et qui ont été supprimés en 1819, commune de Percey-le-Grand (Haute-Saône).**

lavois à bras de Percey-le-Grand.

**ORDONNANCE du 29 mai 1827, portant concession des mines de houille des Bérauds et des Gabeliers (Allier) (Extrait)**

Mines de houille des Bérauds et des Gabeliers.

CHARLES, etc. etc. etc.  
ART. Ier. Il est fait concession au sieur Jacques Mari-gner des mines de houille des Bérauds et des Gabeliers, département de l'Allier.

ART. II. Cette concession, dont l'étendue superficielle est de six kilomètres carrés cinquante-deux hectares, est limitée ainsi qu'il suit, conformément au plan qui restera annexé à la présente :

- Par une suite de lignes droites en sens :
  - La première, de l'angle oriental du château des Bérauds au domaine de la Chaussée ;
  - La deuxième, à la locaterie du Signoux ;
  - La troisième, à la locaterie du Faujat ;
  - La quatrième, au clocher du Montel ;
  - La cinquième, à celui du Broijet ;
  - La sixième, au domaine des Teilles ;
  - La septième, dirigée sur le domaine des Chaignauds jusqu'à neuf cents mètres au-delà de ce domaine ;
  - La huitième, dirigée sur la ligne droite qui va du domaine des Archambauds au château des Bérauds et la coupant à sept cents mètres des Bérauds ;

Patouillet et lavoirs à bras de Percey-le-Grand.

Lavoir à bras de la Chapelle-Saint-Quillain.

La neuvième, depuis cette intersection jusqu'audit château des Bérauds, point de départ.

ART. III. Il sera planté, en présence de l'ingénieur des mines du département et des autorités locales, dans le délai de deux mois à partir de la notification de la présente, deux bornes aux extrémités de la huitième ligne, l'une, comme il est dit, à neuf cents mètres du domaine des Chaignauds, l'autre à sept cents mètres de l'angle oriental du château des Bérauds.

Lavoirs à bras de Corneux.

ORDONNANCE du 29 mai 1827, portant que le sieur Nourisson est autorisé à tenir et conserver en activité les deux lavoirs à bras qu'il a établis pour le lavage du minéral de fer, sur le cours d'une fontaine prenant naissance dans son domaine de Corneux, lieu dit la Petite-Basse, commune de Corneux (Haute-Saône).

Lavoirs à bras de Chargey-lès-Gray.

ORDONNANCE du 29 mai 1827, portant autorisation au sieur Mongin Sacquin d'établir, conformément au plan joint à la présente ordonnance, deux lavoirs à bras pour le lavage du minéral de fer, dans sa propriété, sur le cours de la fontaine du Rot qui y prend naissance, commune de Chargey-lès-Gray (Haute-Saône).

Forge-Haute de Bologne.

ORDONNANCE du 6 juin 1827, concernant l'usine à fer dite Forge-Haute de Bologne (Haute-Marne).

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. I<sup>er</sup>. Le sieur Carrette, propriétaire de l'usine à fer dite la Forge-Haute, commune de Bologne, département de la Haute-Marne, est autorisé, 1<sup>o</sup>. à établir, en remplacement de deux feux d'affinerie qui existent dans cette usine, située sur la rivière de Marne, un haut-fourneau pour la fabrication de la fonte; 2<sup>o</sup>. à construire sur la rive

gauche de la même rivière un patouillet pour le lavage des minerais nécessaires à cette fabrication : le tout conformément aux plans de situation et de détails joints à la présente ordonnance.

ART. II. L'impétrant ne pourra mettre en activité son haut-fourneau, qu'au préalable il n'ait démolé les deux feux d'affinerie de la Forge-Haute de Bologne.

ART. III. Le patouillet ne pourra également être mis en activité, qu'autant que les morées qui s'en échapperont seront reçues dans l'un des deux bassins d'épuration, que l'impétrant est tenu de faire creuser sur la rive droite du bief, à l'emplacement indiqué au plan de situation.

ORDONNANCE du 13 juin 1827, portant que la soumission du sieur Chassignet, agissant au nom du sieur de Solages, concessionnaire des mines de houille de Carmaux (Tarn), est acceptée. En conséquence, la redevance proportionnelle de ces mines est fixée, sous forme d'abonnement, à quatre mille francs en principal par année, pour chacune des années 1827, 1828, 1829, 1830 et 1831.

ORDONNANCE du 13 juin 1827, portant que les mines de houille de Lapénide, Mégecoste et Lorme de Fondary et d'Armois, sont partagées en trois concessions.

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre secrétaire d'Etat au département de l'intérieur,

Notre Conseil d'Etat entendu, nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. I<sup>er</sup>. Les mines de houille de Lapénide, Mégecoste et Lorme de Fondary et d'Armois, dont le plan général est ci-annexé, sont partagées en trois concessions, sous les

Mines de houille de Carmaux.

Mines de houille de Lapénide, Mégecoste, et Lorme de Fondary et d'Armois.

noms de concession de Lapénide, Mégecoste et Lorme, de concession de Fondary et concession d'Armois.

ART. II. La concession de Lapénide, Mégecoste et Lorme, département de la Haute-Loire, est accordée aux sieurs Deniers frères, Senèze frères et Cadoudal : elle est limitée ainsi qu'il suit :

Au sud-est, par le ruisseau de la Leuge, à partir d'un pont situé à cent cinquante mètres au-dessus du chemin de Brassac à Brioude, jusqu'à la rencontre du chemin dit Combe-Renard ;

Au sud-ouest, par ledit chemin de Combe-Renard jusqu'à sa rencontre avec celui de Sainte-Florine à Frugères, ensuite par ce dernier jusqu'à sa rencontre avec une ligne partant du milieu de la droite, qui joint les deux églises de Frugères et de Sainte-Florine, et se terminant à la Leuge, à cent cinquante mètres au-dessus du chemin de Brassac à Brioude, point de départ ;

Enfin, au nord, par la ligne ci-dessus désignée.

La superficie de la concession est de cinquante-quatre hectares.

ART. III. La concession de Fondary, département de la Haute-Loire et du Puy-de-Dôme, est accordée aux sieurs Gannat et Borne. Elle est placée, pour l'action administrative, dans les attributions du préfet de la Haute-Loire ; elle est limitée ainsi qu'il suit :

Au sud, par une ligne droite partant du ruisseau de la Leuge, à cent cinquante mètres au-dessus du chemin de Brassac à Brioude, tirée sur le milieu de la ligne qui joint les églises de Sainte-Florine et de Frugères, et terminée à la rencontre du chemin qui sert de communication entre ces deux dernières communes ;

A l'ouest, par le chemin ci-dessus jusqu'à sa rencontre avec le chemin de derrière Sainte-Florine ; ensuite, par ce dernier, jusqu'à sa rencontre avec la limite des départements de la Haute-Loire et du Puy-de-Dôme ;

Au nord, par une ligne droite menée de ce dernier point au milieu de la ligne qui joint l'extrémité est du village de Brassac et le point où le chemin de Brassac à la Leuge coupe ce ruisseau ;

A l'est, par la dernière ligne droite ci-dessus décrite, depuis son milieu jusqu'au point où elle coupe l'ancien

bief ; puis par cet ancien bief jusqu'à sa rencontre avec le chemin de la Leuge à Brassac ; enfin par ce chemin jusqu'à la Leuge ;

Au sud-est, par la Leuge jusqu'à cent cinquante mètres de distance au-dessus du chemin de Brassac à Brioude ; point de départ.

La superficie de la concession, ainsi limitée, est d'un kilomètre carré dix-huit hectares.

ART. IV. La concession d'Armois, départements du Puy-de-Dôme et de la Haute-Loire, est accordée au sieur de Laizer. Elle est placée, pour l'action administrative, dans les attributions du préfet du Puy-de-Dôme ; elle est limitée ainsi qu'il suit :

Au sud-ouest, par une ligne droite partant de la croix de derrière les Hores (point où le chemin de derrière Sainte-Florine rencontre le chemin de Sainte-Florine à Frugères) et aboutissant au sommet du monticule dit le Puy-du-Pré ;

Au nord-ouest, par une ligne droite tirée du sommet du monticule du Puy-du-Pré, et aboutissant à l'embranchement des chemins de Brassac à la Vachère et de Jumeaux à Solignat ;

A l'est, par une ligne droite partant de l'embranchement ci-dessus désigné et terminée à l'extrémité est du village de Brassac ; puis par une autre ligne droite allant de l'extrémité est du village de Brassac au point où le chemin de Brassac à la Leuge coupe ce ruisseau, et terminée en son milieu ;

Au sud, par une ligne droite menée de ce point milieu à la rencontre du chemin de derrière Sainte-Florine et de la limite des départements de la Haute-Loire et du Puy-de-Dôme ;

Au sud-est, par le chemin de derrière Sainte-Florine jusqu'à la croix de derrière les Hores, point de départ.

L'étendue superficielle de la concession est de deux kilomètres carrés soixante-neuf hectares.

ART. V. Dans le délai de trois mois, à dater de la notification de la présente ordonnance, il sera posé des bornes sur tous les points servant de limites aux concessions, où cette mesure sera reconnue nécessaire. L'opération aura lieu aux frais du concessionnaire, à la diligence du préfet, et en présence de l'ingénieur des mines, qui en dressera

sera procès-verbal. Les frais d'abornement entre des concessions contiguës seront supportés en commun par les titulaires des concessions.

ART. VI. Les concessionnaires de la concession dite de Fondary et les concessionnaires de la concession de Lapénide, Mégecoste et Lorme sont tenus de payer à la commune de Sainte-Florine, et cela pendant tout le temps qu'ils se livreront à l'exploitation des anciens communaux de cette commune, mentionnés en la délibération du conseil municipal du 8 mai 1824, une rente annuelle de cinq cents francs, qui sera acquittée par chacun desdits concessionnaires, dans la proportion des anciens communaux de Sainte-Florine compris dans lesdites concessions.

ART. VII. Les droits attribués aux propriétaires du sol, conformément aux articles 6, 18 et 42 de la loi du 21 avril 1810, sont réglés :

1<sup>o</sup>. A 1 fr. 50 centimes par hectare pour le surplus des terrains de la concession de Lapénide, Mégecoste et Lorme, autres que lesdits anciens communaux ;

2<sup>o</sup>. A 1 fr. par hectare, pour le surplus des terrains de la concession de Fondary, autres que les anciens communaux de Sainte-Florine, désignés ci-dessus ;

3<sup>o</sup>. A 25 centimes par hectare, pour la concession d'Armois.

ART. VIII. En cas de difficulté entre la commune de Sainte-Florine et les détenteurs actuels des anciens communaux désignés en l'article 6, relativement aux droits réglés par le même article pour ces terrains, il sera statué par le conseil de préfecture, sauf recours au conseil d'état, conformément aux lois et ordonnances des 29 février 1804 (9 ventôse an 12), 31 octobre 1804 (9 brumaire an 13), et 23 juin 1810.

ART. IX. Les concessionnaires paieront en outre aux propriétaires de la surface les indemnités voulues par les art. 43 et 44 de la loi du 21 avril 1810, relativement aux dégâts et non-réussances de terrains occasionnés par l'exploitation.

ART. X. Les concessionnaires rembourseront à qui de droit la valeur des puits et autres travaux déjà exécutés, d'après le degré d'utilité dont lesdits travaux devront être

pour une bonne exploitation ultérieure. Cette valeur sera réglée de gré à gré entre les parties, ou, en cas de difficultés, suivant ce qui est prescrit par l'article 46 de la loi du 21 avril 1810.

ART. XI. Les concessionnaires paieront à l'Etat les redevances fixe et proportionnelle établies par les articles 33 et 34 de la loi du 21 avril 1810, ainsi qu'il est déterminé par le décret du 6 mai 1811.

ART. XII. Pour l'exploitation des couches de houille de la concession de Lapénide, Mégecoste et Lorme, il sera creusé un puits principal au centre du bassin renfermant lesdites couches.

L'emplacement et les dimensions de ce puits, la profondeur à laquelle il devra être creusé, le mode d'exploitation à suivre pour chaque couche de houille en particulier, le système d'airage et d'épuisement à employer pour l'ensemble des travaux, seront ultérieurement déterminés, ainsi qu'il est spécifié ci-après article 15.

ART. XIII. Pour l'exploitation de la concession de Fondary, il sera creusé, au lieu dit Fondary, sur l'affleurement de la grande couche et dans son épaisseur, au moins deux galeries destinées à l'épuisement des eaux, à l'airage et à l'extraction de la houille.

Les points de départ et les dimensions desdites galeries, le mode d'exploitation de la houille, le système d'airage et d'épuisement à suivre pour l'ensemble des travaux, seront ultérieurement déterminés ainsi qu'il est spécifié ci-après article 15.

ART. XIV. Pour l'exploitation de la concession d'Armois, il sera creusé deux puits, qui seront mis en communication dans la profondeur.

L'emplacement et les dimensions de ces puits, le mode d'exploitation de la houille, le système d'airage et d'épuisement à suivre pour l'ensemble des travaux, seront ultérieurement déterminés, ainsi qu'il est fixé ci-après article 15.

ART. XV. Dans le délai de six mois, à partir de la notification de la présente, les concessionnaires de chacune des concessions adresseront au préfet les plans et coupes de leurs exploitations, dressés sur l'échelle d'un millimètre pour mètre et divisés en carreaux de dix en dix milli-

mètres. Ces plans seront accompagnés d'un mémoire explicatif du mode de travaux qu'ils se proposent de suivre.

L'exécution du projet de travaux sera autorisée par le préfet, sur le rapport de l'ingénieur des mines.

Le cas arrivant où cet ingénieur reconnaîtrait, dans le projet d'exploitation, des vices susceptibles de compromettre la sûreté des ouvriers et la conservation, soit de la mine concédée, soit des concessions voisines, le préfet pourra modifier, suspendre ou interdire l'exécution de tout ou partie des ouvrages projetés qu'il reconnaîtrait avoir ce résultat, sauf à rendre compte immédiatement à notre Ministre de l'intérieur.

ART. XVI. Chaque année, dans le courant de janvier, le concessionnaire adressera au préfet les plans et coupes des travaux exécutés pendant le cours de l'année précédente. Ces plans, dressés dans les mêmes proportions que celles qui ont été désignées à l'article 15, seront vérifiés, s'il y a lieu, par l'ingénieur des mines.

ART. XVII. Dans le cas où des circonstances imprévues obligeraient à apporter quelques modifications aux plans généraux d'exploitation, le concessionnaire sera tenu d'en faire immédiatement la déclaration au préfet du département.

ART. XVIII. Il ne pourra être pratiqué de nouveaux champs d'exploitation au moyen de puits ou de galeries débouchant au jour, que lorsque le projet en aura été soumis au préfet et approuvé, ainsi qu'il est dit à l'article 15.

ART. XIX. S'il était constaté, par un procès-verbal de l'ingénieur des mines, qu'on ne suit plus le plan d'exploitation conforme à la déclaration du concessionnaire, ou aux modifications adoptées par le préfet, l'exploitation de la mine pourra être mise en surveillance de police. Il sera, à cet effet, placé, aux frais du concessionnaire, un garde-mine ou tout autre préposé nommé par le préfet, à l'effet de lui rendre un compte journalier de l'état des travaux, et de proposer telle mesure de police qu'il jugera nécessaire.

La surveillance de police pourra également être ordonnée par le préfet, dans le cas d'inexécution, de la part du concessionnaire, des obligations qui lui sont imposées par les articles 15, 16, 17 et 18 de la présente.

ART. XX. Les frais auxquels donneront lieu l'application de l'article 19 et la levée des plans qui pourra être ordonnée d'office par le préfet, lorsque le concessionnaire mis en demeure ne les aura pas fournis, seront réglés en conseil de préfecture, et le recouvrement en sera poursuivi, comme il est prescrit en matière de grande voirie.

ART. XXI. Le concessionnaire ne pourra abandonner tout ou partie notable des ouvrages souterrains pratiqués dans l'étendue d'un champ d'exploitation, qu'il n'ait préalablement rempli les dispositions prescrites par les articles 8 et 9 du règlement du 3 janvier 1813.

ART. XXII. Le concessionnaire se conformera aux instructions qui lui seront données par l'Administration et par les ingénieurs des mines du département, d'après les observations auxquelles la visite et la surveillance des travaux pourront donner lieu.

ART. XXIII. Les machines d'extraction placées à l'orifice des puits devront toujours être garnies d'un frein en bon état.

ART. XXIV. En exécution des décrets des 18 novembre 1810 et 3 janvier 1813, et indépendamment du plan des travaux souterrains, le concessionnaire tiendra constamment en ordre, sur chaque exploitation, 1°. un registre constatant l'avancement journalier des travaux et les circonstances extraordinaires de l'exploitation; 2°. un registre indiquant le nom des propriétaires sous les terrains desquels il exploite; 3°. un registre de contrôle journalier des ouvriers employés aux travaux extérieurs et intérieurs; 4°. un registre d'extraction et de vente. Il communiquera ces registres aux ingénieurs des mines, lors de leurs tournées; il transmettra, en outre, au préfet, tous les ans, et au Directeur général des mines, toutes les fois qu'il en fera la demande, l'état certifié des ouvriers, et celui de la quantité de houille extraite dans l'espace de temps qui lui sera indiqué.

ART. XXV. En exécution de l'article 14 de la loi du 21 avril 1810, le concessionnaire ou ses ayant cause ne pourront confier la direction de leurs exploitations qu'à un individu qui justifiera de la capacité nécessaire pour bien conduire les travaux.

ART. XXVI. En cas d'abandon des mines ou de renon-

ciation à la concession, il en prévendra le préfet, par pétition régulière, au moins six mois à l'avance, pour qu'il puisse être pris les mesures convenables, soit pour sauver les droits des tiers, par la publication qui sera faite de la pétition soit pour la reconnaissance complète, la conservation, ou, s'il y a lieu, l'abandon définitif des travaux.

ART. XXVII. Il y aura particulièrement lieu à l'exercice de la surveillance de l'administration des mines, en exécution des articles 47 à 50 de la loi du 21 avril 1810 et du titre 2<sup>o</sup> du règlement du 3 janvier 1813, si la propriété de la concession vient à être transmise, d'une manière quelconque, par le concessionnaire, soit à un individu, soit à une société. Ce cas échéant, le titulaire de la concession sera tenu de se conformer exactement aux conditions prescrites par le présent acte de concession.

ART. XXVIII. Le concessionnaire se conformera d'ailleurs aux lois, ordonnances et réglemens intervenus ou à intervenir sur le fait des mines, et notamment aux dispositions des articles 15, 16, 17 et 25 du décret du 3 janvier 1813.

ART. XXIX. Dans le cas où le Gouvernement reconnaîtrait nécessaire à la sûreté ou à la prospérité des exploitations de faire exécuter des travaux d'art souterrains ou extérieurs, communs à plusieurs exploitations, tels que voie d'aérage, galeries d'écoulement, grands moyens d'épuisement des eaux, le concessionnaire sera tenu de souffrir l'exécution de ces travaux dans l'étendue de sa concession.

ART. XXX. Il sera pourvu à l'établissement des travaux mentionnés en l'article précédent par un règlement d'administration publique, après que les parties auront été entendues.

Ce règlement déterminera la proportion dans laquelle chaque concessionnaire intéressé devra contribuer, et le recouvrement des dépenses aura lieu comme en matière de contributions directes, le tout conformément aux règles prescrites par la loi du 4 mai 1803 (14 floréal an 11).

ART. XXXI. La conservation des travaux mentionnés à l'article 29 sera placée sous la surveillance immédiate de l'ingénieur des mines du département, qui devra rédiger et présenter au préfet les devis des dépenses d'entretien jugées nécessaires. Ces dépenses seront réparties entre les

concessionnaires intéressés par un arrêté du préfet, et le montant en sera recouvré comme celui des frais de premier établissement, ainsi qu'il est dit article 30.

ART. XXXII. Dans le cas où des travaux d'exploitation auroient lieu sur les mêmes couches, dans deux concessions contiguës, le préfet du département pourra ordonner, sur le rapport des ingénieurs des mines, qu'un massif de houille soit réservé intact sur chaque couche, près de la limite commune aux deux concessions, pour éviter que les exploitations soient mises en communication d'une manière préjudiciable à l'une ou à l'autre.

L'épaisseur des massifs sera déterminée par l'arrêté du préfet, qui en ordonnera la réserve. Cette épaisseur sera toujours prise par moitié sur chacune des deux concessions.

Les massifs ne pourront être traversés ou entamés par un ouvrage quelconque que dans le cas où le préfet, après avoir entendu les concessionnaires intéressés, et sur le rapport des ingénieurs des mines, aura pris un arrêté pour autoriser cet ouvrage, et prescrit le mode suivant lequel il devra être exécuté. Il en sera de même pour le cas où l'utilité des massifs ayant cessé, un arrêté du préfet pourra autoriser chaque concessionnaire à exploiter la partie qui lui appartiendra.

ART. XXXIII. Le concessionnaire sera tenu de se conformer aux mesures qui seront prescrites par l'administration pour prévenir les dangers résultant de la présence du gaz hydrogène et de son explosion dans les mines, et de supporter les charges qui pourront à cet effet lui être imposées.

ART. XXXIV. La houille menue et les débris susceptibles de s'enflammer spontanément dans l'intérieur des mines seront transportés au jour, au fur et à mesure de l'avancement des travaux, à moins d'une autorisation spéciale du préfet, délivrée sur le rapport de l'ingénieur des mines.

ART. XXXV. Le concessionnaire, dans le cas prévus par les articles 1 et 2 de l'ordonnance du 21 novembre 1821, n'aura aucun privilège pour l'exploitation des minerais de fer existant dans l'étendue de sa concession de mine de houille.

ART. XXXVI. Dans le cas où le concessionnaire n'ayant pas usé du droit de préférence qui lui est réservé par l'article 3 de ladite ordonnance, la concession du minéral de fer serait accordée à un tiers; il sera tenu de se soumettre aux charges imposées par le nouvel acte de concession, pour que l'exploitation du minéral de fer puisse avoir lieu dans l'étendue de sa concession de mines de houille, et sous la réserve des indemnités auxquelles il aurait droit, conformément à l'article 46 de la loi du 21 avril 1810, pour l'usage des voies souterraines et d'autres moyens d'exploitation qui lui appartiendraient.

ART. XXXVII. La présente ordonnance sera publiée et affichée aux frais des concessionnaires, dans les communes sur lesquelles s'étendent les concessions de Lapénide, Mégecoste et Lorme, de Fondary et d'Armois.

ART. XXXVIII. Nos Ministres secrétaires d'Etat de l'intérieur et des finances sont chargés de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée par extrait au Bulletin des lois.

*ORDONNANCE du 27 juin 1827, portant concession des mines de plomb argentifère situées dans le canton de Jumeaux (Puy-de-Dôme).*

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.  
ART. I<sup>er</sup>. Il est fait concession aux sieurs de la Salzedé, Denis et compagnie, des mines de plomb argentifère situées dans le canton de Jumeaux, département du Puy-de-Dôme.

ART. II. Cette concession renfermant une étendue superficielle de neuf kilomètres carrés treize hectares cinquante et un ares, est et demeure limitée, conformément au plan joint à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

Au nord, 1<sup>o</sup>. par une ligne droite partant de l'Étable à Moutons, dite Chomois, et menée jusqu'au sud du bois derrière; 2<sup>o</sup>. par une droite partant de ce dernier point et allant au Puy d'Estel; 3<sup>o</sup>. par une autre droite partant du Puy d'Estel et arrivant à l'intersection du ruisseau de la Chapelle, avec le chemin de Brenat à Roussille et

Champagnat-le-Jeune, ou à Vouzas, et un peu avant l'embranchement qui mène à ce dernier endroit;

A l'est, 1<sup>o</sup>. par une ligne menée de ce dernier point et terminée sur un rocher blanc en quartz, au Puy de Vouzas; 2<sup>o</sup>. par une deuxième ligne menée de ce dernier point à l'angle ouest de la Bruyère;

Au sud-est, par une ligne droite tirée de la Bruyère au Moulin-Neuf, après le village de Cissat;

Au sud, par le ruisseau de Valz, depuis le Moulin-Neuf jusqu'au Moulin-Babe;

Au sud-ouest, par le ravin de Courbweyre, partant du moulin ci-dessus et allant jusqu'au chemin de Verézoux à Sarlande; ensuite le ravin allant du point précédent jusqu'au ravin du pré de Marvat;

A l'ouest, par une ligne menée de ce dernier point à l'angle ouest de la maison Coudeyras;

Au nord-ouest, par une droite partant de ce dernier point et aboutissant à l'étable de Chomois, point de départ.

*ORDONNANCE du 27 juin 1827, portant que les sieurs Philippon frères sont autorisés à établir un patouillet pour laver le minéral de fer, sur un terrain qu'ils possèdent dans la commune de la Marche-sur-Saône (Côte-d'Or), au lieu indiqué et conformément aux deux plans qui resteront joints à la présente ordonnance.*

*ORDONNANCE du 1<sup>er</sup> juillet 1827, portant concession des terrains houillers de la commune de Puy-Saint-Pierre (Hautes-Alpes).*

CHARLES, etc., etc., etc.  
ART. I<sup>er</sup>. Il est fait concession au sieur Laureçon des terrains houillers de la commune de Puy-Saint-Pierre, qui enveloppent de toutes parts les mines d'anthracite ou de houille, dont, par ordonnance du 1<sup>er</sup> septembre 1824, la propriété lui a été octroyée, au quartier de Combarine,

Mines de plomb argentifère de Jumeaux.

Terrains houillers de Puy-Saint-Pierre.

Patouillet de la Marche.

Terrains houillers de Puy-Saint-Pierre.

commune de Puy-Saint-Pierre, département des Hautes-Alpes.

ART. II. Cette nouvelle concession, renfermant une étendue superficielle de cinquante-trois hectares cinquante-trois ares cinquante-trois centiares, aura, conformément au plan joint à la présente ordonnance, pour limites intérieures, celles de la concession accordée par l'ordonnance royale du 15 septembre 1824, et pour limites extérieures, savoir :

Au nord, une ligne droite partant du mamelon dit le Banc, se dirigeant vers le hameau du Puy-Richard ;

A l'est, une ligne droite partant du hameau du Puy-Richard, aboutissant au rocher de la Ficelle, puis une autre ligne droite dirigée sur le ruisseau des Fossés et séparant la commune de Puy-Saint-Pierre et celle de Briançon ;

Au sud, le ruisseau des Fossés jusqu'au point H du plan, suivant la ligne séparative jusqu'au rocher B, entre les communes de Saint-Pierre et de Saint-André ;

A l'ouest, une ligne droite qui joint le point B avec le mamelon du Banc, point de départ.

ART. III. Cette deuxième concession est accordée sous la condition expresse de ne pouvoir être séparée de la première que dans le cas et suivant les formes réglées par l'article 7 de la loi du 21 avril 1810.

ART. IV. Il sera gravé des marques distinctes sur les rochers qui servent de point de départ aux lignes des limites, et planté des bornes par tout où cette précaution sera jugée nécessaire par l'administration, pour fixer d'une manière précise les limites.

ART. VI. Le concessionnaire restera soumis à l'exécution du cahier des charges annexé à l'ordonnance du 15 septembre 1824.

**ORDONNANCE du 25 juillet 1827, portant concession des mines de fer existant sur le territoire de Fourmies (Nord).**

(Extrait.)

CHARLES, etc., etc., etc.

ART. 1er. Il est fait concession à la dame Amélie-Agnès

Leroy, veuve du sieur Huffy, des mines de fer existant sur le territoire de la commune de Fourmies, département du Nord.

ART. II. Cette concession, renfermant une étendue superficielle de deux kilomètres carrés soixante-quinze hectares, est et demeure limitée conformément au plan joint à la présente ordonnance, ainsi qu'il suit, savoir :

1°. A partir d'une borne marquée sur le plan par les lettres W. F. (Wignehies et Fourmies), placée au bord du petit chemin de Fourmies à Wignehies, séparant le territoire de ces deux communes ; la ligne de démarcation sera formée par une ligne droite dirigée à l'est, sur le clocher de Fourmies ;

2°. De là, par une autre ligne droite à l'angle sud-est du bâtiment appelé le bas-fourneau de Fourmies ;

3°. Puis, par une nouvelle ligne droite jusqu'au chemin de Fourmies à Ohain, à la séparation du bois communal de Fourmies d'avec celui dit la Haie de Fourmies, appartenant au sieur Rogier, sur une longueur de trois mille trois cents mètres ;

4°. De ce point, la ligne de démarcation sera formée par le fossé limitrophe entré le bois communal et la Haie de Fourmies, jusqu'à une borne située à trois cent vingt-quatre mètres de l'angle saillant dudit bois communal dans la Haie de Fourmies, sur une longueur de sept cent quarante mètres.

5°. De cette borne, la démarcation se dirigera directement à l'ouest vers une autre borne qui existe au coin du Bois-Royal, dit aussi Haie de Fourmies, et qui fixe en ce point les territoires de Wignehies et Fourmies, à l'extrémité d'une de trois mille six cent trente-six mètres ;

6°. Enfin, de ce dernier repère, la limite de la concession sera terminée par celle des communes de Wignehies et Fourmies, en passant par deux bornes anciennes jusqu'au point de départ, sur une distance de six cent soixante mètres.

Mines de  
houille du  
Montet-aux-  
Moines, du  
Tronjet et de  
Deux-  
Chaises.

*ORDONNANCE du 25 juillet 1827, portant concession des mines de houille existant sur les communes du Montet-aux-Moines, du Tronjet et de Deux-Chaises (Allier).*

( Extrait. )

CHARLES, etc., etc., etc.

Il est fait aux héritiers du sieur Benjamin Béale concession des mines de houille existant sur une partie des communes du Montet-aux-Moines, du Tronjet et de Deux-Chaises, département de l'Allier, sur une étendue de six kilomètres carrés cinquante-cinq hectares douze ares, conformément au plan, qui restera annexé à la présente ordonnance.

ART. II. La présente concession est limitée ainsi qu'il suit :

Au nord, par une ligne droite partant de l'extrémité nord du bourg du Montet, à son intersection avec le chemin de Lally, et dirigée sur le clocher de Montet; puis, par une deuxième ligne droite partant dudit clocher et aboutissant au domaine de Faujat; enfin, par une troisième ligne droite menée du domaine de Faujat jusqu'à la jonction des chemins de Cressanges et de Saint-Pourçain, ces limites étant en partie communes à la concession des mines des Bérauds et des Gabeliers;

A l'est, par le chemin du Montet à Saint-Pourçain, à partir de son intersection avec le chemin du Montet à Cressanges, jusqu'à l'embranchement du chemin du domaine de Saulzet avec la route du Montet à Saint-Pourçain.

Au sud, à partir de cet embranchement, par le chemin du domaine de Saulzet jusqu'à ce domaine, et par une ligne droite, menée dudit domaine de Saulzet à la loge de la Mondrie; ensuite par une autre ligne droite menée de la loge de la Mondrie au clocher de Deux-Chaises;

Enfin, à l'ouest et au nord-ouest, par une ligne droite menée du clocher de Deux-Chaises à la locaterie du Puy-de-Dôme, située sur la route de Limoges à Moulins; puis, de ce point, par ladite route de Limoges à Moulins, jusqu'à l'entrée du bourg du Montet, à son intersection avec le chemin de Lally, point de départ.

Coupe suivant CD.

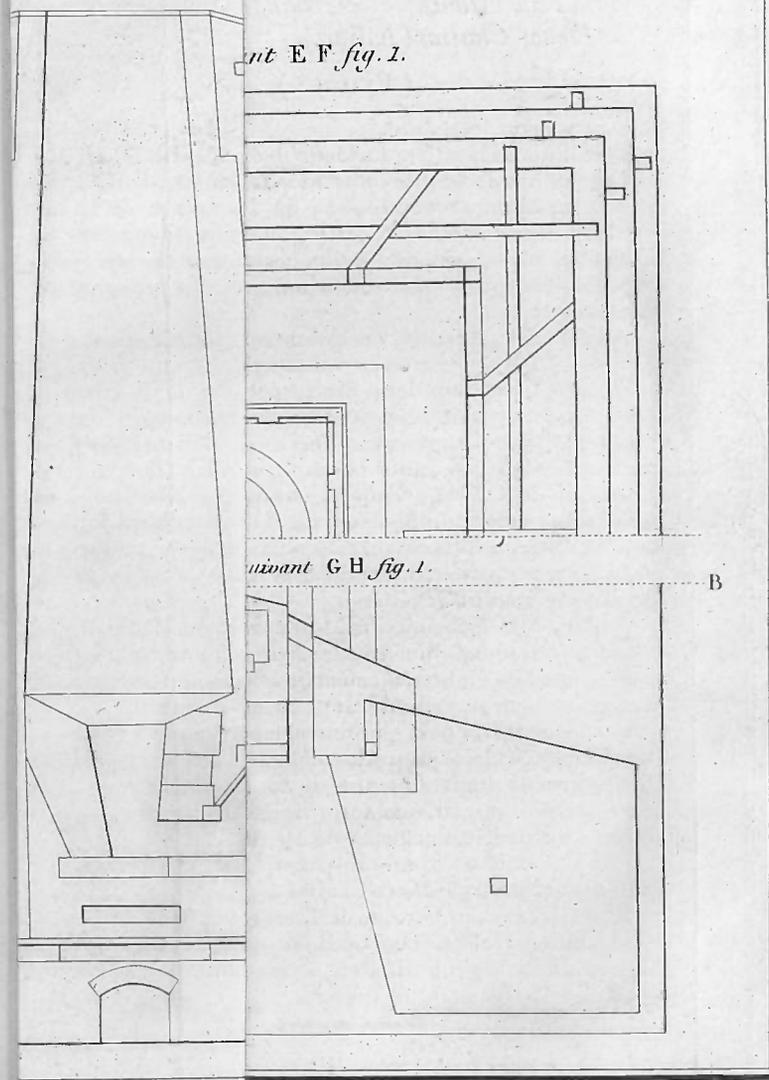
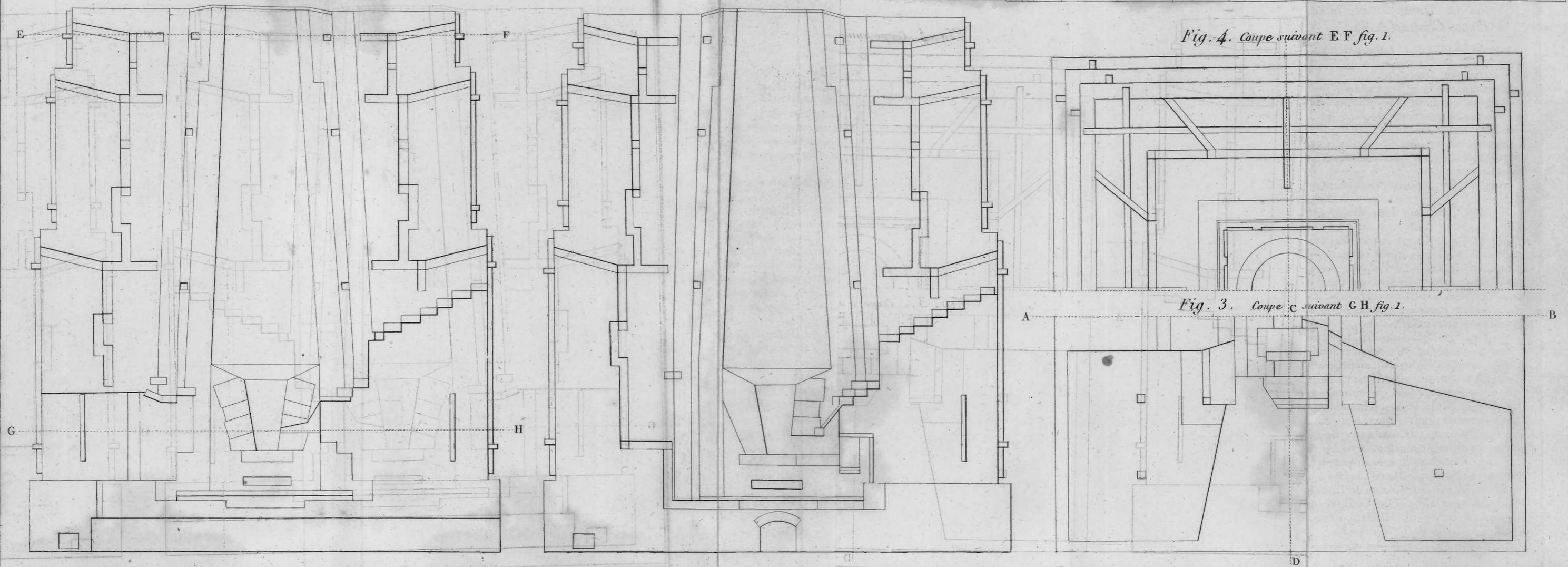


Fig. 1. Coupe suivant AB fig. 3.

Fig. 2. Coupe suivant CD fig. 3.

Fig. 4. Coupe suivant EF fig. 1.

Fig. 3. Coupe C suivant GH fig. 1.



## SUPPLÉMENT

*Au mémoire sur les terrains du département du Calvados, lu à l'Académie royale des sciences, arts et belles-lettres de Caen, le 23 novembre 1827 ;*

Par M. HÉRAULT, Ingénieur en chef au Corps royal des Mines.

*Terrain houiller.*

ON a trouvé cette année, dans un puits creusé au Carnet, à 1500 mètres et au nord du puits Saint-George, à une profondeur de 106<sup>m</sup>,80, un *pétrosilex* ordinairement vert obscur, quelquefois grisâtre, dont les couches sont presque verticales et se dirigent à-peu-près de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est. Ce pétrosilex présente une analogie parfaite avec ceux des coteaux de Montmirel et de la forêt de Cérisy, situés dans le terrain intermédiaire. Quoique très-dur, il est cependant assez fragile. Il est fréquemment traversé, en différens sens, par des *filets de feldspath blanc* ; quelques-unes de ces fissures sont aussi remplies par du *spath calcaire*. Dans sa partie la plus élevée, il offre des portions grisâtres ou rougeâtres qui contiennent de *petits cristaux de feldspath*, et il passe alors à l'état de *porphyre*. Il occupe au fond du puits du Carnet, par l'effet d'un relèvement extraordinaire du terrain auquel il appartient, la place à laquelle on aurait dû rencontrer la couche de houille qu'on exploite à Littry. On pourrait croire que c'est à des relèvemens semblables que sont dus

## SUPPLÉMENT

la mémoire sur les terrains du département du Calvados, lu à l'Académie royale des sciences, arts et belles-lettres de Caen, le 23 novembre 1827 ;

M. HÉRAULT, Ingénieur en chef au Corps royal des Mines.

## Terrain houiller

On a trouvé cette année, dans un puits creusé au Carnet, à 1500 mètres et au nord du puits Saint-George, à une profondeur de 106<sup>m</sup>,80, un *pétrosilex* ordinairement vert obscur, quelquefois grisâtre, dont les couches sont presque verticales et se dirigent à-peu-près de l'ouest-nord-ouest à l'est-sud-est. Ce pétrosilex présente une analogie parfaite avec ceux des coteaux de Montmirel et de la forêt de Cérisy, situés dans le terrain intermédiaire. Quoique très-dur, il est cependant assez fragile. Il est fréquemment traversé, en différens sens, par des *filets de feldspath blanc* ; quelques-unes de ces fissures sont aussi remplies par du *spath calcaire*. Dans sa partie la plus élevée, il offre des portions grisâtres ou rougeâtres qui contiennent de *petits cristaux de feldspath*, et il passe alors à l'état de *porphyre*. Il occupe au fond du puits du Carnet, par l'effet d'un relèvement extraordinaire du terrain auquel il appartient, la place à laquelle on aurait dû rencontrer la couche de houille qu'on exploite à Littry. On pourrait croire que c'est à des relèvemens semblables que sont dus

ces rapprochemens du toit et du mur, qui, en interrompant cette couche sur divers points, divisent le terrain qui renferme la houille en bassins fort irréguliers, tant par leur forme que par leur grandeur. Cette opinion acquiert une grande probabilité, sur-tout lorsque l'on considère que les accidens dont il s'agit sont toujours accompagnés du redressement des couches environnantes; ce qui leur a fait donner sur les lieux les noms de *barrages* et de *remontages*. L'exhaussement du terrain qui en résulte est quelquefois très-sensible à la surface du sol, souvent aussi il ne s'y fait nullement remarquer.

Les serremens et les couches montant de fond qui séparent les différentes parties de la couche de houille, sont presque toujours d'une largeur assez considérable; ce qui augmente de beaucoup les difficultés de l'exploitation, particulièrement par le danger que l'on court de tomber sur un endroit où le combustible minéral manque, toutes les fois que l'on perce un nouveau puits.

Il paraît, d'après ce qui précède, que le terrain houiller a été déposé sur une portion du sol intermédiaire, qui était partagé en un grand nombre de petites vallées, séparées par des coteaux d'une élévation très-variable et terminés par des plateaux plus ou moins larges. Cette partie du terrain de transition, avant qu'elle ne fût recouverte, devait être semblable en tout à celle que l'on voit au jour, un peu au midi de la route de la mine, seulement elle se trouvait à un niveau plus bas, et le coteau de Montmirel, qui forme, dans le territoire du Breuil, une espèce de promontoire dans le dépôt houiller, devait

présenter, avant que celui-ci n'eût eu lieu, une hauteur d'environ 260 mètres du côté du nord. La couche de houille exploitée occupe le plus souvent le milieu de l'épaisseur de la formation houillère; c'est ce qui la rend sujette à une foule d'accidens provenant des inégalités du terrain inférieur: il est infiniment probable que, si elle eût été déposée 25 à 30 mètres plus haut, la plupart n'existeraient pas, et qu'elle s'étendrait uniformément dans tous les plateaux qui sont à l'est et au nord de Littry.

Le premier bassin houiller reconnu est celui qui a donné lieu à ce qu'on appelle *l'ancienne exploitation*. Sa forme est celle d'un ellipsoïde, dont le grand diamètre est d'environ 1000<sup>m</sup> et le petit de 760<sup>m</sup>; il a présenté quatre à cinq serremens de quelques mètres de largeur seulement; la couche de houille s'y relève vers le milieu, d'une profondeur de 112<sup>m</sup>, presque jusqu'au jour, par une inclinaison qui est d'à-peu-près 45°. dans sa partie la plus élevée, et elle se plonge ensuite presque perpendiculairement en approchant du terrain intermédiaire, qui borne de ce côté le premier bassin. Il n'y a point de continuité entre ces deux pendages, ce qui provient probablement de ce que la couche s'est brisée en formant dans cet endroit un pli très-près de la surface actuelle du sol. C'est le relèvement considérable qu'on vient d'indiquer qui a fait découvrir, en 1741, la mine de Littry.

L'ancienne exploitation offre quatre puits servant à l'extraction de la houille. Une machine à feu placée, en l'an 7, sur le plus profond (il a 122 mètres), épuise les eaux des travaux, et c'est sur un autre que fut établie, l'année sui-

vante, la première machine à vapeur qui ait été employée, en France, à sortir de la houille au jour. Depuis cette époque, trois nouvelles machines du même genre ont été placées sur divers puits de l'établissement.

Le second bassin houiller est au nord du premier. Sa largeur moyenne n'est guère que de 60 mètres, et il présente, jusqu'à présent, presque la forme d'un C: c'est dans cette partie de l'exploitation que se trouve le puits du Carnet, dont il a été fait mention ci-dessus, ainsi que deux autres par lesquels on extrait de la houille.

Dans un puits de recherches ouvert à Gôville, on a rencontré un banc de *poudingue*, que l'on a traversé sur une épaisseur d'environ 65 mètres sans en avoir trouvé la fin; ce qui a forcé d'abandonner les travaux entrepris sur ce point, après être parvenu à une profondeur totale de 254 mètres. Les galets nécessaires pour former une masse aussi énorme de *poudingue* n'ont pu être produits que par un courant d'eau considérable qui passait au pied du coteau de Montmirel. Le coteau de Montmirel est entièrement formé de couches d'un *pétrosilex* verdâtre, passant quelquefois au *porphyre* quartzifère. La quantité de galets qui s'était amassée au pied de ce coteau semble prouver que la roche qui le compose existait antérieurement à la formation du terrain houiller, et se dirigeait vraisemblablement ensuite vers la partie où coule maintenant le ruisseau de Gôville.

Le *poudingue* du terrain houiller est composé de noyaux, souvent très-volumineux, de *quartz grenu*, de *quartz gras*, *grisâtre* ou *verdâtre*, de noyaux moins gros, de *feldspath altéré*, de

*grains de quartz vitreux*, et plus rarement de *phtanite*; le tout est uni par un ciment de grès houiller, qui est assez souvent mélangé de *lammelles de spath calcaire un peu nacré*. Il renferme dans quelques parties des *trunks d'arbre silicifiés*. On en trouve presque toujours un ou deux bancs ayant ensemble de 2 à 3 mètres d'épaisseur, à peu de distance au-dessus de la couche de houille exploitée.

*Coupe de la partie inférieure du puits du Carnet ouvert en 1826 et abandonné en 1827.*

1 <sup>re</sup> . à 18 inclusivement	95 <sup>m</sup> , 60
19 <sup>e</sup> . Schiste brun avec grès houiller mélangé de houille. . . . .	2, 60
20 <sup>e</sup> . Poudingue. . . . .	1, 80
21 <sup>e</sup> . Roche feldspathique, blanchâtre, altérée, renfermant des fragmens de calcédoine et de quartz hyalin, avec des rognons d'argile durcie, grisâtre ou noirâtre. . . . .	1, 80
22 <sup>e</sup> . <i>Idem</i> , grisâtre ou rougeâtre. . . . .	80

23<sup>e</sup>. Trois couches presque verticales de *pétrosilex* passant quelquefois au *porphyre*.

Le terrain houiller est borné au midi et au sud-ouest par le terrain intermédiaire, au devant et au nord-est par le lias, et se prolonge vers le nord-ouest jusqu'au Plessis, dans le département de la Manche. Il est presque partout recouvert par le grès rouge, par le calcaire magnésifère, par le grès bigarré ou par des alluvions; il est même probable qu'il passe sous les marais tourbeux de Carentan. Son existence a été reconnue à Moon, arrondissement de Saint

Lô, par un puits de recherches creusé dans les années 1754, 1755 et 1756. Au Plessis, ses couches se relèvent contre le terrain intermédiaire, mais sans replonger ensuite, comme elles le font à Littry, à l'autre extrémité du terrain houiller. On se dispose en ce moment à remettre en activité la mine de houille découverte, en 1750, dans la première de ces communes.

## EXPÉRIENCES

*Sur la résistance que l'air éprouve dans des tuyaux de conduite, faites aux mines de Rancié, en 1825 ;*

Par M. D'AUBUISSON, Ingénieur en chef au Corps royal des Mines.

1. ON avait entrepris, en 1820, aux célèbres Occasion des mines de fer de Rancié, dans le département de expériences. l'Ariège, une grande galerie d'écoulement, la *galerie Becquey*, dont la longueur devait être de 372 mètres, et qui aurait été mise, à son extrémité, en communication avec les anciens travaux d'exploitation par un percement en montant, ou puits, de 30 mètres de long.

Avant même que l'on fût parvenu au milieu de la galerie, on se plaignit du manque d'air respirable; les lumières des mineurs ne brûlaient que très-difficilement, et les ingénieurs qui dirigeaient les travaux réclamaient l'établissement d'un ventilateur. J'avais vu des galeries de 600 mètres de long faites avec peine à la vérité, mais sans aucun moyen d'*airage* artificiel: en conséquence, et pour le moment, je me bornai à faire redresser l'entrée de la galerie, laquelle présentait un petit coude gênant la circulation de l'air. Je m'en serais tenu à cela, si, au bout de la galerie, il n'eût fallu percer et le puits dont j'ai fait mention et deux branches de galerie sur la couche métallifère vers laquelle on se dirigeait: ces percemens exigeaient nécessairement l'établissement d'un ventilateur; en con-

séquence, j'invitai M. Lefebvre, alors ingénieur à la station de Rancié, à s'occuper du projet et du devis de cet appareil. Il proposa de construire une trompe, la machine soufflante en usage dans le pays, et d'y adapter une conduite en tuyaux de fer-blanc. Il me transmit son travail : je l'approuvai, avec quelques légères modifications, et, en l'adressant à M. le Directeur général des ponts et chaussées et des mines, je représentai combien il serait convenable de saisir cette occasion, où l'on avait à porter de l'air à plus de quatre cents mètres, pour faire quelques expériences sur la diminution de force que le vent éprouve dans des conduites en s'éloignant de la machine qui le produit, question du plus haut intérêt dans l'art des mines et des usines métallurgiques.

Le 24 novembre 1825, M. le Directeur général, sur l'avis du conseil général des mines, autorisa l'établissement du ventilateur; et il témoigna en même temps le désir que l'on fit les expériences proposées, en remarquant que les connaissances qui pourraient en résulter seraient très-avantageuses dans la pratique de l'exploitation des mines. Tant qu'on n'était occupé que du percement de la galerie Becquey, on pouvait se passer du ventilateur, et son établissement fut différé: on n'y proméda qu'en 1825; et, au mois de juillet, je me rendis sur les lieux pour y faire les expériences demandées.

Je m'arrêtai quelques instans sur le degré d'utilité dont elles pouvaient être.

L'air, comme tous les fluides, en se mouvant dans les tuyaux de conduite, adhère à leurs parois. Cette adhésion retarde le mouvement de la couche qui l'éprouve, et en raison de l'adhérence

que les molécules fluides ont aussi entre elles, le retard, tout en diminuant, se communique de proche en proche aux couches adjacentes et jusqu'au filet central; la masse totale se meut en conséquence, moins vite, et elle peut même être comme arrêtée. La connaissance de cette diminution de vitesse, et, par suite, de la diminution dans la quantité d'air fournie par la conduite, est du plus grand intérêt dans l'art des mines, sous le rapport de l'airage; elle l'est tout autant pour les usines; il importe à un maître de forges de savoir jusqu'à quelle distance il peut éloigner ses feux de la machine soufflante, et quelle est la disposition, ainsi que des dimensions à donner à sa conduite pour ne pas éprouver une trop grande perte de vent.

3. Jusqu'ici il manquait entièrement de notions et de règles à ce sujet; le peu d'expériences qui ayaient pu les lui fournir était vague et même contradictoire. En général, dans nos usines, on regardait tout éloignement de la machine soufflante comme très-préjudiciable. Cette opinion semblait confirmée par une expérience attribuée à un célèbre métallurgiste, Wilkinson, et rapportée par un célèbre mécanicien, Baader, dans sa *Théorie des soufflets cylindriques anglais*: il y est dit qu'on avait établi, en Angleterre, une conduite de 1524 mètres de long, formée de tuyaux en fonte de 0<sup>m</sup>,305 de diamètre; que le vent fut donné par une forte machine à pistons, et que, bien que l'extrémité fût entièrement ouverte, il n'y parvint pas de plus léger souffle; que la roue motrice, ne pouvant forcer l'air à passer par cette conduite, s'arrêta au bout de quelque temps: M. Baader ajoute que la con-

État de la question.

duite fut percée de trous, et que ce ne fut qu'à 183 mètres de la machine qu'un léger courant d'air se fit sentir (1). Ainsi, toute la force d'une grande roue hydraulique, à chute supérieure, n'aurait pu porter l'air qu'à 183 mètres, et dans une conduite de 0<sup>m</sup>,305 de diamètre. D'un autre côté, nos deux grands Traités sur l'exploitation des mines font mention de ventilateurs qui ont agi avec pleine efficacité, et pendant des années entières, à mille mètres, qui ont éteint de fortes lumières à douze cents mètres, et qui ont même envoyé de l'air à deux mille mètres (2). MM. Lehot, Desormes et Clément, frappés de ce que le fait rapporté par M. Baader avait d'extraordinaire, et avant de le contredire formellement, ont fait quelques observations sur une conduite en fonte de 447<sup>m</sup>,50 de long et de 0<sup>m</sup>,25 de diamètre : avec un simple soufflet d'appartement adapté à une extrémité, ils ont produit un souffle très-sensible à l'autre; et, à l'aide d'un petit ventilateur à la Desaguilliers, ils ont imprimé à l'air sortant au bout de cette conduite une vitesse qu'ils estiment à 4 mètres par seconde (3). Les choses étaient dans cet état lorsqu'en 1819 M. Girard, à l'aide d'un des gazomètres qui servent à l'éclairage de Paris, fit une belle suite d'expériences, d'où il conclut quelques lois du mouvement des fluides élastiques dans les conduites, et dont on peut déduire des conséquences

(1) *Journal des Mines*, t. 26, p. 113.

(2) *Traité sur le travail des Mines*, pour l'École de Freyberg (*Bericht vom Bergbau*), traduit par Monet, p. 159.—*Delius, Art des Mines*, tome 1, p. 512.

(3) *Journal des Mines*, t. 29.

positives sur la résistance que ces conduites opposent au mouvement (1) : mais ces expériences n'ont pas été assez variées, elles n'ont pas été faites sur des vitesses aussi grandes que celles en usage dans les souffleries des usines, et les conduites n'étaient pas pourvues de buses ou ajutages. J'ai cru pouvoir suppléer, au moins en partie, à ce qui manquait et je l'ai entrepris.

4. J'expose succinctement le plan que j'ai suivi. La résistance qu'éprouve un fluide qui se meut dans une conduite est en général d'autant plus grande que la conduite est plus longue, que son diamètre est plus petit, et que le fluide s'y meut plus vite. J'avais d'abord à bien établir le rapport de la résistance à cette longueur, à ce diamètre, à cette vitesse : il me fallait en conséquence faire varier, et de diverses manières, chacune de ces trois quantités, les deux autres restant les mêmes.

Je dirai, auparavant, que l'air était fourni par une trompe de la force de celles qu'on emploierait pour activer un feu de grosse forge (affinerie); que la conduite était composée de tuyaux de fer-blanc ayant 0<sup>m</sup>,10 de diamètre; que lorsque sur une conduite on place deux manomètres, l'un au commencement et l'autre vers l'extrémité, la différence entre leurs indications donne la perte de force opérée par la résistance ou la résistance elle-même.

Rien ne nous était aussi facile que de faire varier la longueur de la conduite : celle que nous avions à établir devait être, pour le moment, de 387 mètres. On la plaçait par portions d'en-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XVI.

viron vingt mètr. chacune : ainsi, dès qu'une portion était mise en place, nous n'avions qu'à observer les deux manomètres établis sur ses extrémités, et nous avions alors les résistances pour des conduites, augmentant graduellement de 20 mètres depuis 0<sup>m</sup>. jusqu'à 587 mètres.

A chaque station, c'est-à-dire à l'extrémité de chaque portion de conduite dernièrement placée, il nous était en core bien aisé de faire varier les vitesses, nous en avions deux moyens et nous les avons employés tous les deux. L'un consistait à donner à la trompe différentes quantités d'eau : nous lui en donnions d'abord environ 0,015, puis 0,022 et enfin 0,028 mètr. cub. par seconde. L'autre moyen était d'eau motrice restant la même, d'adapter à l'extrémité de la conduite des buses ou ajutages de différens diamètres ; ceux dont nous avons fait usage successivement avaient 0<sup>m</sup>.05, 0<sup>m</sup>.04, 0<sup>m</sup>.03 et 0<sup>m</sup>.02 de diamètre ; en rétrécissant plus ou moins l'orifice de sortie, ils diminuaient plus ou moins la vitesse de l'air dans la conduite. de cette manière, on avait à chaque station, et par conséquent sous même longueur et même diamètre, la résistance avec douze vitesses différentes, et même, avec seize, ainsi que nous le verrons par la suite.

Nous n'avions plus les mêmes facilités pour déterminer le rapport de la résistance au diamètre : il nous eût fallu des conduites de différens diamètres, et le ventilateur n'en avait et ne pouvait en avoir qu'un. Toutefois, le préfet du département de l'Ariège, M. le baron de Mortarieu, ordonnateur des fonds des mines de Rancié, a bien voulu qu'on portât, dans le projet de budget des dépenses de ces mines, la modique somme

nécessaire pour avoir deux conduites de 55 mètres de long, et dont le diamètre était de 0<sup>m</sup>.05 et 0<sup>m</sup>.025, c'est-à-dire de moitié et du quart de celui de la grande conduite. Ces conduites, ainsi que le petit gazomètre qui a servi aux expériences dont j'ai rendu compte dans un autre écrit (1), devant entrer dans le plan d'un travail important sur l'art des usines, ont paru à ce magistrat d'un intérêt général pour un département dont les forges sont la richesse, et même pour les mines de Rancié qui alimentent ces forges.

Ces petites conduites, après avoir fourni des termes de comparaison avec la grande, ont été coudées de diverses manières, et nous ont servi à faire quelques expériences sur la résistance provenant de l'effet des coudes.

5. Pour procéder avec ordre dans le compte que nous allons rendre de nos expériences et du travail auquel elles ont donné lieu :

Nous commencerons par faire connaître la force motrice et les appareils employés.

Puis nous passerons aux expériences, à leurs différentes espèces, à la manière dont elles ont été faites, et aux erreurs que nous pouvons avoir commises en les faisant.

Nous nous arrêterons ensuite sur leurs résultats : nous y chercherons les diverses lois qui suivent la résistance, et nous établirons la formule qui en donne l'expression, formule que nous emploierons à la détermination de la vitesse et de la dépense dans les conduites.

(1) *Annales des Mines*, t. XIII.

Nous examinerons encore les conséquences de nos expériences sur l'effet des coudes ;

Enfin, nous ferons servir nos résultats à la solution du projet général sur les machines soufflantes, c'est-à-dire à la détermination de leurs effets et produits.

Dans toutes les expériences faites à Rancié, j'ai été assisté par M. Marrot, ingénieur au corps royal des mines, spécialement attaché à celles de Rancié, et élève distingué de l'École polytechnique, ainsi que par M. Barbe, conducteur principal des travaux, jeune homme remarquable par la solidité de son jugement et par une extrême exactitude dans l'art d'observer.

### CHAPITRE PREMIER.

#### DE LA FORCE ET DES APPAREILS EMPLOYÉS.

Nous aurons à traiter, dans ce chapitre, de la force ou de l'eau qui met l'air en mouvement, de la trompe où s'engendre en quelque sorte ce mouvement, des conduites qui mènent l'air et des ajutages par lesquels il sort ; nous dirons aussi quelques mots des manomètres qui nous ont fait connaître les circonstances du mouvement.

#### *Eau motrice.*

Devant l'entrée de la galerie au fond de laquelle nous devons porter l'air, passe un petit cours d'eau, dit le *ruisseau de Sem*, du nom du village qu'il traverse à cent pas en aval de cette entrée. (Voyez la *fig. 11*, Pl. VII.)

Quantité.

6. D'après les jaugeages que nous avons préalablement effectués, il roule habituellement de 0,05 à 0,06 mètr. cub. d'eau par seconde, et de 0,05

à 0,04 dans les étés ordinaires. Malheureusement, dans celui où nous avons opéré, par suite d'une sécheresse extraordinaire, le volume n'a plus été que de 0,02 à 0,028 : cet accident nous a fort contrariés, et a comme réduit nos expériences à une échelle plus petite que celle sur laquelle nous pensions les faire.

7. La pente du ruisseau est très-rapide : depuis la prise d'eau établie à 51 mètres en amont de la galerie jusqu'à la trompe placée à 80 mètres en aval, nous avons une chute de plus de 11 mètres ; celle que nous avons mise à profit a été de 9<sup>m</sup> 40, et cette grande hauteur compensait en partie la petite quantité d'eau.

Chute.

8. Le fossé ou petit canal qui prenait cette eau la versait dans un bassin, fait en madriers de sapin, et ayant 20 mètres de long, 2 de large et autant de profondeur : il était établi sur la *halde* ou tas de décombres extraits de la galerie. L'eau en sortait par une ouverture de vanne, tombait dans un coursier de 12 mètres de long, qui la conduisait à la trompe placée au pied de la *halde*, ainsi qu'on le voit Pl. VII, *fig. 1*, 2 et 11.

Manière  
dont l'eau  
était con-  
duite.

La dépense était réglée par une vanne construite avec soin, et qu'on levait à l'aide d'une vis en fer, dont la hauteur du pas était de 0<sup>m</sup>,00315 : la traverse qui portait son écrou, et qui était établie sur les deux montans de l'ouverture, avait 0<sup>m</sup>,526 de longueur entre ces montans, 0<sup>m</sup>,203 de largeur et 0<sup>m</sup>,083 d'épaisseur (ou dimension verticale) : malgré ces fortes dimensions, et bien qu'elle fût en bois de chêne très-dur, elle pliait un peu sous l'effort qu'il fallait faire pour lever la vanne lorsque celle-ci, gonflée par l'eau, tenait fortement dans ses coulisses : par suite de

son élasticité, la traverse, après avoir cédé, revenait brusquement à sa forme première; de sorte que la levée de la vanne se faisait par petites secousses: il en a résulté des erreurs quelquefois d'un millimètre dans l'estimation de la hauteur de l'ouverture.

Je désirais connaître très exactement le dépensé de l'eau. A cet effet, et pour pouvoir employer avec confiance le coefficient de contraction de la veine fluide (0,62), généralement admis pour les écoulemens par des orifices percés en minces parois, j'avais fait tailler en biseau l'extrémité inférieure de la vanne, de manière à ce que sa largeur ne fût que de deux millimètres, et elle reposait sur le biseau d'un liteau également de deux millimètres, et qui était à 0<sup>m</sup>,03 au-dessus du fond du bassin. Mais, en mon absence, la vanne avait été placée près d'un angle du bassin au lieu de l'être au milieu d'une de ses faces: de sorte que la veine fluide n'éprouvait pas une contraction égale aux deux extrémités de sa largeur; de plus, l'épaisseur des coulisses et les rainures qu'elles comprenaient entre elles rendaient la contraction, sur les bords verticaux de l'ouverture, différente de ce qu'elle était sur les bords horizontaux. Vu ces irrégularités, il m'a fallu avoir recours à l'expérience, et déterminer directement le coefficient de contraction particulier à notre vanne.

Coefficient  
de contrac-  
tion.

9. Les localités rendaient cette détermination facile. La forme rectangulaire du bassin, qu'on voit en plan et profil (A' et A), *fig. 1*, Pl. VII, permettait de jauger aisément l'eau qui y entraît: des mesures réitérées m'avaient donné 40,10 mètres carrés pour la section horizontale; à l'aide

d'une montre à secondes, j'examinais le temps que l'eau, menée par le courant, mettait à s'y élever d'une certaine hauteur, et j'en concluais le produit de ce courant: puis, je levais la vanne d'une quantité bien déterminée, j'attendais que l'eau, en baissant dans le bassin, y fût arrivée à un niveau constant: alors, il sortait par l'ouverture de la vanne autant d'eau qu'en amenait le courant, et je pouvais avoir le coefficient à l'aide de l'équation ordinaire:

$$Q = mlz \sqrt{2g(H - \frac{1}{2}z)},$$

dans laquelle

Q = dépense, ou quantité d'eau écoulée en 1<sup>''</sup>;

m = coefficient cherché;

l = largeur de l'ouverture de la vanne = 0<sup>m</sup>,4035;

z = hauteur de cette couverture;

H = hauteur de l'eau dans le bassin au-dessus du seuil de la vanne.

Le tableau suivant présente le résultat de quatre expériences faites avec soin.

L'eau s'est élevée dans le bassin		Q	H	z	m
de	en				
mèt.	minutes.	mèt. cub.	mèt.	mèt.	
0,215	5,0	0,0286	0,448	0,0362	0,674
0,360	6,67	0,0361	0,440	0,0441	0,708
0,650	21,7	0,02002	0,680	0,0195	0,702
0,650	21,7	0,02002	0,725	0,0189	0,701

La moyenne des quatre résultats est 0,696:

T. III, 5e. livr. 1828.

en nous rapprochant de celui qui est donné par la meilleure de nos observations, la dernière, celle qui a été faite dans les mêmes circonstances que la plupart de nos expériences, nous adopterons 0,70, et nous ne pensons pas que ce coefficient puisse donner une erreur de 2 pour 100 dans le calcul de nos dépenses.

Ce résultat m'a étonné : je m'attendais à avoir environ 0<sup>m</sup>,65 pour coefficient, l'orifice étant ici presque en minces parois ; mais mon étonnement a diminué en voyant que M. Poncelet, dans un travail qui paraît avoir été fait avec beaucoup de soin, a eu habituellement plus de 0,80 (1), quoique le bord supérieur de son orifice, bord qui faisait presque la moitié du pourtour de cet orifice, consistât en une simple feuille de tôle et présentât ainsi une bien mince paroi. Déjà, dans plus d'une circonstance, je me suis aperçu que la question de la dépense par les vannes, si importante dans la pratique, est bien loin d'être résolue.

#### Trompe.

10. La trompe que nous avons établie pour notre ventilateur est des plus simples ; elle consiste en un seul arbre de sapin, évidé intérieurement, et aboutissant à une barrique, ainsi qu'on le voit, Pl. VII, *fig.* 1 et 2.

L'arbre a 8<sup>m</sup>,03 de longueur, depuis le seuil du coursier qui lui porte l'eau jusqu'à la barrique ; le creux intérieur est cylindrique et de 0<sup>m</sup>,216 de diamètre. Dans sa partie supérieure, on a introduit une pièce de bois de 1<sup>m</sup>,06 de long, per-

(1) *Annales de Chimie et de Physique*, t. XXX.

cée longitudinalement d'une ouverture en entonnoir très-allongé, et dont l'orifice inférieur était primitivement de 0<sup>m</sup>,15 de diamètre ; c'est l'*étranguillon* : par la suite, à l'aide d'un second morceau de bois qu'on y a enfoncé, ce diamètre a été réduit à 0<sup>m</sup>,10. Immédiatement au-dessous de l'étranguillon, l'arbre est percé de deux ouvertures ou *aspirateurs* diamétralement opposés, et de 0<sup>m</sup>,09 de long sur 0<sup>m</sup>,06 de large : entre eux se trouvent deux autres aspirateurs plus petits, consistant en de simples trous de tarière. Dans le principe, les aspirateurs étaient en plus grand nombre et descendaient jusqu'à deux mètr. au-dessous de l'étranguillon : nous verrons, dans un mémoire particulier et relatif à cette trompe, les motifs qui nous ont porté à les boucher.

La barrique ou *tonne* de la trompe avait 1<sup>m</sup>,15 de diamètre au bouge et 1<sup>m</sup>,00 au fond ; sa hauteur, dans œuvre, était de 1<sup>m</sup>,325, et elle avait par conséquent 1,20 mètr. cub. de capacité : le fond en était entièrement ouvert. Elle était placée dans un petit bassin cylindrique, excavé dans le terrain et plein d'eau ; elle y plongeait de 0<sup>m</sup>,85, et reposait sur deux pièces de bois mises en croix. A 0<sup>m</sup>,70 en contre-bas du fond supérieur, et immédiatement au-dessous de l'arbre, était fixé le *tablier* ou planche, contre laquelle l'eau allait se briser. La distance entre l'orifice supérieur de l'arbre et le tablier, c'est-à-dire la portion de chute utilisée, était de 8<sup>m</sup>,95 ; la chute utile allait jusqu'à 9<sup>m</sup>,40 lorsque le coursier placé sur l'arbre était plein d'eau.

Sur le fond supérieur de la tonne on avait deux ouvertures : dans l'une, de 0<sup>m</sup>,03 de diamètre seulement, on introduisait le bout du ma-

nomètre destiné à indiquer la force élastique de l'air dans la trompe; l'autre, qui avait  $0^m,20$ , portait un billot de bois, saillant de  $0^m,10$  au-dessus du fond, et percé d'une ouverture de  $0^m,15$  de diamètre: c'est sur ce billot que l'on adaptait les divers orifices et ajutages qui ont servi à nos expériences sur la trompe, et que l'on a ensuite fixé les entonnoirs renversés formant le commencement des conduites. (Voy. *fig.* 1 et 3.)

Avant d'entreprendre nos expériences sur les conduites, nous avons voulu bien connaître l'instrument qui allait leur fournir l'air, et nous avons fait sur la trompe diverses séries d'observations; mais, afin de ne pas interrompre le récit de notre travail sur la résistance des conduites, objet de ce mémoire, nous ferons de ces observations l'objet d'un ouvrage particulier. Nous nous bornerons ici à remarquer:

1°. Que la trompe, plongeant dans l'eau de  $0^m,84$  à  $0^m,85$ , pouvait augmenter la force élastique de l'air d'une quantité exprimée par une telle colonne d'eau ou par une colonne de mercure de  $0^m,0623$ , et pouvait par conséquent imprimer à l'air qui en sortait une vitesse de 110 mètres par seconde;

2°. Que tant que le manomètre à mercure n'indiquait que la moitié de la hauteur susmentionnée, c'est-à-dire de  $0^m,030$  à  $0^m,032$ , il ne sortait point d'air de la tonne; mais, sous une pression plus forte, l'eau qui sortait de dessous la partie antérieure du bord inférieur (la partie opposée au tablier) entraînait avec elle beaucoup d'air, et d'autant plus que l'indication manométrique était plus considérable; enfin, lorsqu'elle était de  $0,0623$ , l'air sortait, débordant

de toutes parts l'extrémité inférieure de la tonne, et en ébranlant la trompe;

3°. Que la plus grande quantité d'air que nous avons pu faire souffler à notre trompe, lorsqu'elle avait un étranguillon de  $0^m,15$  de diamètre et qu'elle pouvait recevoir  $0^m,085$  mètr. cub. d'eau, n'a été que  $0,20$  mètr. cubes par seconde; c'est 350 pieds cubes par minute, à-peu-près ce qu'il faut à un haut-fourneau pour fondre le minéral de fer: mais habituellement, après que l'étranguillon a été réduit de  $0^m,15$  à  $0,10$  de diamètre, elle ne donnait pas la moitié ni même le tiers de cette quantité.

#### *Conduites.*

11. La conduite du ventilateur avait  $0^m,10$  de diamètre, et était faite de feuilles de fer-blanc de 12 pouces sur 9.

Ces feuilles avaient été courbées et roulées sur un mandrin pour que les rouleaux eussent tous le même diamètre; mais ce diamètre n'était pas par-tout exactement de  $0^m,10$ : à une extrémité, il était un peu plus grand et à l'autre un peu plus petit, afin que les rouleaux pussent s'emboîter un peu l'un dans l'autre. Le ferblantier en avait fait, dans son atelier, des tuyaux d'environ 5 mètres de long: puis, sur le terre-plein existant devant l'entrée de la galerie, il les assemblait de manière à avoir un tuyau de 20 mètres, lequel était porté dans la galerie, et posé sur des crochets ou supports en fer destinés à le recevoir, et qui étaient implantés sur la paroi orientale de la galerie, à  $0^m,4$  environ au-dessous du faite. Le tuyau était joint à la partie de la conduite déjà établie à l'aide d'un mastic.

Dès qu'un tuyau était ainsi fixé, et avant de le faire servir aux expériences, il était essayé sous une forte charge manométrique, afin de se bien assurer que, dans ses nombreuses soudures, il n'y aurait pas quelque petite ouverture donnant issue à l'air : des ouvriers, auxquels on donnait une gratification par issue trouvée, les avaient bientôt découvertes, et le ferblantier les bouchait.

De 40 en 40 mètres, on avait établi sur la paroi supérieure de la conduite de petites viroles ou tubulaires destinées à recevoir le bout d'un manomètre : on les bouchait et débouchait à volonté.

La conduite était fixée à la trompe par l'intermédiaire d'une pièce de fer-blanc, ayant la forme d'un entonnoir renversé, dont l'évasement, disposé à cet effet, embrassait le billot de bois que portait la trompe : le joint était enveloppé d'un gros cuir gras fortement ficelé. A partir de cet entonnoir, la conduite présentait :

Un tuyau courbé en un arc de cercle, dont le rayon était de 0 <sup>m</sup> ,65, et avait de long (fig. 1) . . . . .	0 <sup>m</sup> ,70
Un tuyau rectiligne et horizontal. . . . .	7 ,20
Un second quart de cercle, pareil au premier. . . . .	0 ,70
Un tuyau ondulé et légèrement incliné, placé dans une auge de bois, sous le chemin qui mène à la galerie. ( Voy. fig. 11.) . . . . .	68 ,00
Un tuyau incliné de 45°, montant du sol au faite de la galerie. . . . .	4 ,00

Ci-contre 80<sup>m</sup>,60.

De l'autre part. 80<sup>m</sup>,60

Puis venait, longeant ce faite, une longueur rectiligne de. . . . . 306<sup>m</sup>,54

En tout. . . . . 387<sup>m</sup>,14

La différence de niveau entre l'origine de la conduite et le point où elle atteignait le faite de la galerie était d'environ. . . . . 10<sup>m</sup>,

Et depuis ce point jusqu'à l'extrémité. 1<sup>m</sup>,50.

12. La conduite de 0<sup>m</sup>,05 de diamètre n'entraît point dans la galerie. A partir de l'entonnoir renversé fixé sur le billot de la trompe, elle s'élevait verticalement le long de l'arbre jusqu'à une hauteur de 8<sup>m</sup>,60; puis elle se courbait, le coude ayant encore 0<sup>m</sup>,65 de rayon, et elle se prolongeait horizontalement, soutenue, à 1<sup>m</sup>,50 au-dessus du sol de la halde, par des chèvres. Sa longueur totale était de 55<sup>m</sup>,53.

Après avoir servi à un premier ordre d'expériences, elle a été reprise. Les premiers 20<sup>m</sup>,64 ont été maintenus tels qu'ils étaient; le reste a été coupé en pièces ou tuyaux de 2<sup>m</sup>,02, lesquels ont été assemblés de nouveau, mais sous des angles d'environ 45°, de manière à présenter l'image d'un zigzag. On a employé cette conduite ainsi brisée à examiner l'effet des coudes.

13. La petite conduite devait avoir 0<sup>m</sup>,025 de diamètre, moitié du diamètre de la précédente; mais les mesures prises sur ses diverses parties, après qu'elles sont sorties des mains du ferblantier, n'ont plus donné que 0<sup>m</sup>,024 et 0<sup>m</sup>,023, et nous avons pris 0<sup>m</sup>,0235 pour moyenne.

Cette conduite a d'abord été disposée et étendue le long de la halde, comme l'avait été la précédente, et sur une longueur de 50<sup>m</sup>,55.

Ensuite, elle a été aussi démontée et réassem-

blée de manière à former des carrés de 2 mètres de côté, placés les uns sur les autres et communiquant entre eux. Cette disposition avait encore pour objet de montrer la résistance due aux coudes.

*Buses et ajutages.*

14. Dans nos expériences sur la grande conduite, nous adaptations, à l'extrémité des parties sur lesquelles nous opérions, une buse ou tronc de cône en fer-blanc, ayant  $0^m,50$  de long,  $0^m,10$  de diamètre à la base et  $0^m,05$  à l'œil ou orifice de sortie. Ce tronc de cône était disposé de manière à ce que son axe plongeait en faisant un angle de  $135^\circ$  avec l'axe de la conduite, ainsi qu'on le voit *fig. 9*: cette inclinaison lui avait été donnée non-seulement pour se rapprocher de la position des buses dans les usines, mais principalement pour que le courant d'air, éprouvant ici une déviation, et perdant ainsi une portion de la vitesse acquise, sortit de la buse avec une vitesse due à la hauteur indiquée par le manomètre. Nous craignons que si la buse eût été dirigée suivant l'axe de la conduite, et, par conséquent, suivant la direction du courant, l'air ne sortît en vertu de la vitesse acquise. Toutefois, pour savoir ce qui en était réellement à cet égard, nous avons aussi fait faire une buse rectiligne (*fig. 8*); et plus de soixante expériences comparatives, faites avec l'une et avec l'autre, nous ont montré qu'il n'y avait aucune différence sensible entre leurs effets.

Le gros bout des buses portait un manchon également en fer-blanc et garni d'une manchette de cuir. Le manchon recevait le bout de la con-

duite sur une longueur de quelques centimètres; lorsque ce bout était introduit, on serrait fortement la manchette par plusieurs tours de ficelle. Le manchon était percé, sur le côté, d'un trou auquel était adaptée une virole verticale, que l'on voit dans les *fig. 8* et *9*, et dans laquelle on implantait le manomètre destiné à faire connaître la force élastique de l'air à sa sortie de la buse, et, par suite, la vitesse de sortie.

15. Au bout des buses, on adaptait successivement, et toujours à l'aide de manchettes en cuir, les ajutages qu'on voit représentés *fig. 10*, dont les dimensions suivent :

Diamètre de l'orifice.  $0,04$ , longueur.  $0,065$

*Id.* . . . . .  $0,03$ , *Id.* . . . . .  $0,100$

*Id.* . . . . .  $0,02$ , *Id.* . . . . .  $0,125$ .

Tous ces ajutages, afin de pouvoir s'emboîter dans la buse, ou plutôt pour en recevoir le bout, avaient  $0^m,06$  de diamètre à leur base.

Pour les petites conduites, nous avions des buses recourbées qui leur étaient propres: celle pour la conduite de  $0^m,05$  avait  $0^m,03$  de diamètre, et celle pour la conduite de  $0^m,235$  avait  $0,62$ . A la première, on adaptait à volonté des ajutages de  $0^m,02$  et  $0^m,01$ ; ce dernier servait aussi pour la seconde.

De plus, nous avons voulu faire quelques expériences en laissant les conduites entièrement ouvertes, et en y adaptant, comme ajutage, un tuyau additionnel de même diamètre qu'elles. A une extrémité, à celle par laquelle il s'adaptait à la conduite, ce tuyau portait un manchon garni d'un cuir et d'une virole pour recevoir le bout du manomètre.

Le tuyau pour la grande conduite avait de

long. . . . .	1 <sup>m</sup> ,20
Pour la moyenne. . . . .	5,80
Pour la petite. . . . .	1,80

*Manomètres.*

16. Les manomètres dont nous nous servions pour mesurer la force élastique de l'air, tant dans la trompe que dans les conduites, étaient des tubes de verre doublement recourbés, et dans lesquels on introduisait habituellement du mercure et quelquefois de l'eau : ils étaient enchâssés dans des morceaux de bois demi-cylindriques, ainsi qu'on le voit dans la *fig. 3*. Un autre demi-cylindre, tenant au premier par des charnières, recouvrait à volonté le tube : l'instrument, ainsi fermé, était facile à transporter, et à l'abri des accidens. Le bout de la monture en bois, renfermant la partie du tube destinée à être introduite dans le réservoir à vent, était conique et garnie tantôt d'étoupes, tantôt de peau, pour que l'air ne s'échappât pas entre l'instrument et les parois de l'ouverture qui le recevait.

Quelques-unes des viroles de la conduite s'étant trouvées trop petites pour recevoir le bout de nos manomètres, nous avons été obligés de les y adapter avec des manchettes en peau.

L'échelle des manomètres était en lignes ( le millimètre présentait une division moins commode, à cause de sa petitesse ) : à la vue simple, nous divisions assez exactement la ligne en dixièmes. Nos tubes étant bien calibrés, nous nous bornions à observer le mercure dans la branche où il montait, et à noter son élévation au-dessus du zéro : de sorte que nos notes originales, donnant pour les hauteurs manométriques des li-

gues et dixièmes de ligne, on avait ensuite à doubler ce nombre et à le convertir en millimètres : ainsi, à un dixième de ligne porté sur les notes correspondaient 0,451 millim.

## CHAPITRE II.

## DES EXPÉRIENCES.

Disons d'abord en quoi consistaient les expériences et la manière dont nous les faisons, nous rapporterons ensuite leurs différentes sortes, et nous terminerons par examiner les erreurs que nous pouvons avoir commises en les faisant.

Chaque expérience avait pour objet immédiat de constater la différence entre les hauteurs de deux manomètres, dont l'un serait placé au commencement et l'autre vers la fin de la conduite, et cela dans les différentes circonstances de longueur, d'orifice, de quantité d'eau motrice, etc., que pouvaient présenter les conduites.

Voici comment nous y procédions.

*Manière de procéder.*

17. Le conducteur des travaux commençait par vérifier si tout était en ordre, prise d'eau, vanne, trompe, conduite, etc. Lorsque tout était prêt, que nos manomètres étaient garnis et comparés, nous en plaçons un sur le fond supérieur de la tonne de la trompe. M. Marrot se chargeait du soin de l'observer, et il s'en est acquitté avec une exactitude et une intelligence rares, malgré la gêne de la position où il fallait qu'il se tint. Le conducteur et moi avions à disposer et à observer celui qui était à l'extrémité de la con-

duite, et nous faisons en même temps adapter à cette extrémité l'ajutage convenable. Lorsque l'ajutage et les manomètres étaient en place, le conducteur allait ouvrir la vanne du nombre de *tours de vis* convenu, et il prenait note de l'élévation de l'eau du bassin au-dessous ou au-dessus du déversoir, afin de connaître la charge ou hauteur due à la vitesse de sortie. Dès qu'il était de retour, on envoyait prévenir M. Marrot d'observer, et nous observions de notre côté. Je n'écrivais la quantité observée qu'autant que le conducteur et moi, après l'avoir examinée à diverses reprises et fait osciller le mercure, tombions d'accord à un dixième de ligne près. La note étant écrite, nous changions l'ajutage, et nous attendions quelques instans, ou pour que l'ouvrier envoyé à M. Marrot nous portât sa réponse, ou pour que cet ingénieur, lorsqu'il ne lui était pas envoyé de messenger, s'aperçût du changement d'ajutage par le nouvel état de son manomètre; puis nous faisons notre observation, ainsi successivement pour tous les ajutages. Pendant une telle série d'expériences, ou lorsqu'elle était terminée, j'allais à la trompe vérifier et l'ouverture de la vanne et la hauteur de l'eau dans le réservoir.

On levait ensuite la vanne d'un, deux ou trois *tours de vis* de plus, et on recommençait une nouvelle série.

Quelquefois, lorsqu'en passant d'une expérience à l'autre, dans la même série, nous craignons que M. Marrot ne s'aperçût pas du changement d'ajutage, et que la distance était trop grande pour lui transmettre l'avis par un ouvrier (il fallait près d'un quart d'heure de temps lors-

que nous opérions à l'extrémité de la galerie), nous le lui donnions en faisant brusquement refouler l'air dans la conduite, ce qui s'opérait en bouchant l'orifice avec la main pendant quelques secondes: le mouvement extraordinaire que recevait le manomètre prévenait M. Marrot qu'une nouvelle observation allait succéder à une autre; mais un tel refoulement, viciant l'observation qui le suivait, ainsi que nous le dirons bientôt, nous avons dû renoncer à ce moyen.

A la fin de chaque matinée et de chaque soirée, nous lisions ensemble nos notes, et nous les transcrivions à l'encre; elles portaient: 1°. l'indication de la station où l'on opérait; 2°. le nombre de *tours de vis* de levée de la vanne; 3°. la hauteur de l'eau dans le bassin, par rapport au seuil du déversoir; 4°. le diamètre de la buse; 5°. la hauteur du manomètre à la trompe; 6°. celle à l'extrémité; 7°. ce que l'observation pouvait avoir présenté d'extraordinaire, ou si nos manomètres avaient eu des mouvemens irréguliers. C'est à l'aide de ces notes originales, employées sans la moindre altération, que j'ai dressé les tableaux joints à ce mémoire, et que j'ai fait tous mes calculs. Lorsque nous transcrivions nos observations, nous ne pressentions pas les conséquences qu'on pouvait en tirer; et même, lorsqu'elles nous paraissaient extraordinaires, nous n'aurions su dans quel sens il fallait les rechercher pour les incliner vers le vrai.

#### *Diverses sortes d'expériences.*

Nous pouvons diviser nos expériences en deux grandes classes, celles qui ont été faites hors de la galerie Becquey, sur des conduites de diffé-

rens diamètres, et celles qui ont été faites dans la galerie, sur la conduite du ventilateur. Chacune de ces deux classes se subdivise encore : dans la première, on a les expériences faites sur des conduites rectilignes et celles sur des conduites coudées ; dans la seconde classe, on a les expériences faites à l'extrémité de chaque portion de conduite à mesure qu'on la posait, et celles qui ont été faites sur la conduite déjà posée, à différens points de sa longueur. De là nos quatre tableaux d'expérience.

Tableau  
N<sup>o</sup>. I.

18. Le premier se divise en trois sections, une pour chaque conduite d'un des trois diamètres.

La première comprend sept séries et vingt-trois expériences ; elle a été faite les 22 et 23 août.

En général, nous nommons *série* la suite des expériences qui ont été faites sur une conduite ou portion de conduite, d'une certaine longueur. Souvent la série se subdivise, chaque subdivision comprenant les expériences faites avec la même quantité d'eau, mais avec des ajutages différens.

La seconde section, présentant les expériences sur la conduite de 0<sup>m</sup>,05 de diamètre, a huit séries et vingt-trois expériences : le tout fait le 23 août.

La troisième section ayant pour objet la conduite de 0<sup>m</sup>,0235 de diamètre, a neuf séries et vingt-six expériences : elle est du 25 août.

En tout, nous avons ici quatre-vingt-deux expériences.

Il en a été fait encore plusieurs autres : par exemple, dans chaque série, après avoir fait les expériences, les buses étant placées successive-

ment dans l'ordre suivant 0<sup>m</sup>,05, 0<sup>m</sup>,04, 0<sup>m</sup>,03 et 0<sup>m</sup>,02, nous avons répété les expériences en plaçant les buses dans un ordre inverse ; mais une circonstance que nous signalerons bientôt (§ 25) ayant entaché ces observations, nous n'en chargerons pas nos tableaux.

Dans celui-ci, comme dans les suivans, toutes les indications manométriques sont données non en mètres, mais en millimètres et dixièmes de millimètre, afin d'éviter la répétition continuelle de 0,00 devant les chiffres significatifs ; car, d'ailleurs, dans le calcul, ces hauteurs doivent être exprimées en mètres, le mètre étant notre seule unité de mesure. Les indications qui présentent deux chiffres décimaux sont données par le *manomètre à eau*, et elles ont été réduites au manomètre à mercure, en divisant par 13,6, rapport entre les pesanteurs spécifiques des deux fluides.

Nous remarquerons encore, au sujet de l'anomalie que présentent toutes les expériences faites avec l'ajutage de 0<sup>m</sup>,01 de diamètre, que nous avons de très-forts doutes sur l'exactitude de ce diamètre : l'ajutage a été perdu avant que nous ayons pu le soumettre à la vérification : ainsi les expériences auxquelles il a servi ne sont comparables qu'entre elles.

Nous ferons ici, sur chacune des conduites, quelques observations qui lui sont particulières.

Conduite de 0<sup>m</sup>,10. Le tuyau de 8<sup>m</sup>,60, qui a servi à la première observation, était vertical et immédiatement adapté à l'entonnoir renversé fixé sur la trompe. A ce tuyau on en a adapté un second en forme de quart de cercle, ayant 0<sup>m</sup>,65 de rayon ; avec ses accessoires, il avait 1<sup>m</sup>,12 de long ; les secondes expériences ont été faites à son extrémité. A ce tuyau coudé, on a adapté une suite

de tuyaux placés horizontalement, et qui ont donné les longueurs portées au tableau. La buse ou ajutage employé avait son axe sur le prolongement de la conduite, sauf, dans la dernière série, celle sur la longueur de  $5^m,60$ , où l'axe de la buse faisait un angle de  $135$  degrés avec celui de la conduite. Nous remarquerons que les expériences portées dans cette section ont été faites lorsque la trompe avait un coude d'étrangillon de  $0^m,15$  de diamètre; mais toutes celles qui sont postérieures et, par suite, toutes les autres, dans nos tableaux, ont été faites avec l'étrangillon de  $0^m,10$  de diamètre, et étrangillon que l'on a laissé toujours pleinement libre.

Conduite de  $0^m,05$ . Le tuyau initial de  $8^m,20$  était vertical, puis venait au tuyau courbé en quart de cercle, ayant  $1^m,45$ , puis des tuyaux rectilignes et horizontaux. Nous avons fait connaître (15) le tube servant d'ajutage avec lequel nous avons fait plusieurs expériences; celles de la dernière série avaient pour objet de montrer le rapport des longueurs à la résistance.

Conduite de  $0^m,0235$ . Le tuyau initial de  $3^m,30$  a été adapté verticalement à un entonnoir renversé, fixé à la trompe, et ayant  $0^m,70$  de long,  $0^m,15$  de diamètre à la base, et  $0^m,0235$  à l'orifice de sortie. Au tuyau de  $3^m,30$ , on en a ajouté ensuite un autre de  $4^m,25$ ; puis un quart de cercle de  $1^m,45$ , puis des tuyaux rectilignes horizontaux qui régnoient sur la longueur du tube additionnel qui a servi d'ajutage; ce n'est que de mémoire que nous l'avons porté à  $1^m,86$ . Ce tube donnait pour le manomètre final des indications pareilles à celles de la buse de  $0^m,02$  de diamètre; par suite, les hauteurs calculées et portées dans la dernière colonne de la dernière série l'ont été dans la supposition d'une telle buse. Les expériences de cette dernière série avaient pour objet de montrer le rapport qui y a entre les quantités d'eau dépensées et les hauteurs manométriques.

19. Après que les deux conduites de  $0^m,05$  et de  $0^m,0235$  ont eu servi aux expériences dont nous venons de parler, on les a démontées, sauf la partie initiale, d'une vingtaine de mètres de long, on les a coupées en tuyaux d'environ

Tableau  
N°. II.

de

8281 . . .

deux mètres de long, que l'on a réajustés sous des angles de  $45^\circ$  pour la conduite de  $0^m,05$  et de  $90^\circ$  pour l'autre.

Je dis en quelques mots sur ce que chaque conduite présente de particulier.

Conduite de  $0^m,05$ . Les premiers de  $19^m,50$  étaient rectilignes, sauf le coude de  $90$  degrés bien arrondi, et dont il n'est pas tenu compte; à ces  $19^m,50$  de conduite on a ajouté un tuyau de  $1^m,14$ , puis un tuyau de  $1^m,80$ , qui faisait avec la partie antérieure un angle de  $135$  degrés, puis deux tuyaux d'environ  $2$  mètres, et faisant successivement avec le précédent un angle d'environ  $45$  degrés: pour avoir plus exactement cet angle, nous avons mesuré la distance entre les extrémités des deux branches qui le comprennent (le troisième côté du triangle). Nous en avons agi successivement de même pour tous nos angles; nous avons terminé par une série, où nous avons graduellement augmenté la quantité d'eau, comme nous avons fait à l'extrémité de la conduite rectiligne portée au tableau N°. I.

Conduite de  $0^m,0235$ . La portion de  $27^m,18$ , à l'extrémité de laquelle a été faite la première série d'expériences, consistait en un tube vertical de  $8^m,20$ , un tuyau en quart de cercle (auquel on n'avait pas égard comme coude), de  $1^m,14$ , un tuyau horizontal de  $11^m,50$ , puis trois tuyaux de  $2^m,10$ , joints sous des angles de  $90$  degrés. Pour la seconde série, on a ajouté quatre branches assemblées en carré; pour la troisième, quatre autres de même; *idem*, pour la quatrième; on a terminé cette série par six expériences, faites avec le tube additionnel de  $1^m,80$ , et en ouvrant successivement la vanne de trois, quatre, cinq, six, sept et huit tours de vis, sous une charge d'eau au-dessus du seuil de la vanne, qui n'a varié que de  $0^m,87$  à  $0^m,85$ . Ces expériences ont servi de terme de comparaison avec celles de même genre qui avaient été faites à l'extrémité de la conduite rectiligne. Nous verrons par la suite les conséquences que nous avons tirées d'une telle comparaison.

Les cinquante expériences portées à ce tableau ont été faites les 24 et 26 août.

T. III, 3°. livr., 1828.

26

Tableau  
N<sup>o</sup>. III.

20. Ce tableau présente notre plus grande classe d'expériences; quinze grandes séries, habituellement subdivisées en quatre, et chaque subdivision offrant quatre expériences: en tout nous en avons 266. Elles ont été faites du 26 août au 2 septembre.

Je ferai, au sujet des quantités portées au tableau, des observations suivantes:

1<sup>o</sup>. Les quantités d'eau ne doivent être regardées que comme approximatives lorsqu'elles dépassent 0,0220 mètres cubes. Cette quantité était celle fournie par le courant; de sorte que toutes les fois que nous faisons une dépense plus considérable, l'eau emmagasinée en quelque sorte dans le bassin y baissait de niveau; et comme la hauteur de niveau n'était notée qu'au commencement de chaque série de quatre expériences, les 2<sup>e</sup>, 3<sup>e</sup>, 4<sup>e</sup> expériences auront été faites avec une quantité d'eau un peu moindre; et il en aura résulté une différence sensible dans les hauteurs manométriques.

2<sup>o</sup>. Dans la première subdivision d'une série, nous levions la vanne de quatre tours de vis; dans la seconde, de six, et de huit dans les deux dernières. La quatrième différait de la troisième, en ce que, dans celle-ci, les expériences étaient faites avec une buse recourbée, et dans la quatrième avec une buse droite. Nos quinze séries nous présentent une soixantaine d'observations faites avec chacune de ces deux buses, et à peu près dans des circonstances pareilles (sauf un peu moins d'eau mètre avec la buse droite): nous les avons comparées, et avons trouvé qu'en résultat si on représente par 1000 la hauteur du manomètre au commencement de la conduite, la hau-

teur à la fin sera 669 avec la buse recourbée, et 664 avec la buse droite: différence absolument nulle; une erreur de deux millièmes dans l'estimation des diamètres aurait suffi pour la donner; et qui pourrait répondre à deux millièmes près de l'estimation de diamètres de 0,05?

3<sup>o</sup>. Ainsi que nous le développerons plus bas, nous avons une propension à estimer trop haut les indications du manomètre placé dans la 1<sup>o</sup> galerie. La première page du tableau en montre la preuve, on y voit ces indications être quelque fois égales et même plus fortes que celles du manomètre établi sur la trompe.

4<sup>o</sup>. Malgré les soins que nous nous donnions pour que notre conduite fût comme hermétiquement fermée, lorsque nous avons été vers le milieu nous nous sommes aperçu que des premiers tuyaux avaient quelques petites issues par lesquelles l'air s'échappait, nous les avons fermées. Ces issues augmentaient en réalité la grandeur de l'orifice de sortie; mais je crois que cette augmentation n'a été qu'infinitement petite, et qu'elle n'a pas sensiblement affecté les résultats des expériences.

21. Lorsque la conduite a été entièrement posée, nous l'avons fait servir à un nouvel ordre d'expériences. De 40 en 40 mètres, nous avons fait placer des viroles (bouts de tuyaux de 0,0220 de hauteur et de diamètre) destinées à recevoir un manomètre, et qu'on bouchait et débouchait à volonté. La première était à l'entrée de la galerie, à 80, 60 de l'origine de la conduite, et la huitième pour dernière à 367 mètres, et par conséquent à 20 mètres de l'extrémité; plus près d'elle, les indications du manomètre eussent été

Tableau  
N<sup>o</sup>. IV.

insensibles ou insignifiantes lorsqu'on opérait en laissant la conduite entièrement ouverte. Quand elle portait une buse, on avait une neuvième visière à cette buse même, et par suite une neuvième observation.

La journée du 2 septembre, veille de mon départ de Rancié, fut consacrée à ces expériences; mais la manière dont nous y avons procédé, et le manomètre que nous avions employé étant défectueux, nous laissâmes ce travail, avec le projet de le reprendre au commencement de décembre, époque où je serais de nouveau sur les lieux.

Effectivement, le 7 et le 9 de ce mois y furent employés; alors, le cours d'eau étant plus fort, nous pouvions donner à la trompe toute l'eau qu'elle était susceptible de recevoir.

Nous fîmes nos expériences tantôt avec des buses à l'extrémité de la conduite, tantôt en la laissant entièrement ouverte. Je tenais beaucoup à avoir, avec toute la perfection possible, ces dernières suites. Nous les fîmes sous diverses charges d'eau, et les refîmes quatre fois sous la plus grande charge. Nous étant aperçu que le manomètre qui avait servi aux deux premières n'était pas assez sensible, nous en primés un autre gros tube; il nous servit aux deux dernières, lesquelles nous parurent ne laisser plus rien à désirer. Je doute qu'on puisse mieux faire; nous étions bien exercés, nos instrumens étaient très-bons, et nous y portâmes un soin extrême.

Nous n'avons inscrit au tableau N<sup>o</sup>. IV que treize des séries d'expériences, ou cent onze expériences faites en décembre.

En tout, les quatre tableaux présentent cinq cent neuf expériences.

*Erreurs de l'observation.*

Toutes ces expériences n'ont pas été faites dans des circonstances également heureuses. Je vais examiner les erreurs que nous pouvions avoir commises en les faisant.

22. Nous avons déjà remarqué que nous ne pouvions guère répondre d'un millimètre ou d'un demi-millimètre au moins dans l'hauteur de l'ouverture de la vanne, et cette hauteur, dans nos expériences, a varié de 13 à 30 millimètres. Nous ne répondrons pas non plus de 1 ou 2, et quelquefois de 3 centimètres dans la hauteur de l'eau du réservoir au-dessus de l'orifice de sortie, cette eau étant toujours un peu agitée par l'effet du courant, et le niveau ayant assez souvent varié durant l'expérience: bien que la hauteur fut de 1 à 2 mètres, et que l'erreur dans le résultat ne soit que la racine carrée de celle de l'observation, il n'en est pas moins vrai qu'en core ici nous pouvons avoir de 1 à 4 pour 100 d'erreur, et qu'en général les quantités d'eau indiquées au tableau ne doivent être regardées comme exactes qu'à 2 et 3 centièmes près.

Nous tenions d'ailleurs peu à une extrême exactitude sur ce point; comme il se perdait beaucoup d'air, passant par-dessous la trompe lorsque les pressions manométriques excédaient 30 ou 35 millimètres, nous ne pouvions établir un rapport très-exact entre l'eau employée et l'air soufflé par le ventilateur. De plus, la résistance des conduites étant l'objet principal de notre travail, la connaissance de la quantité d'eau

Estimation  
de l'eau.

dépensée n'était qu'un accessoire. Au reste, nos estimations ont été bien supérieures en exactitude à ce qu'elles peuvent être dans la pratique ordinaire, et c'est dans l'intérêt de cette pratique que nous avions à connaître la dépense en eau.

Erreurs  
dans les  
diamètres.

25. Quoique nous eussions un intérêt plus direct à la mesure des dimensions des conduites, et que nous ayons apporté beaucoup de soin à leur faire donner le diamètre prescrit, nous ne pouvons répondre qu'il n'y ait ici encore quelque petite erreur. Toutefois, nos vérifications nous ont donné moyennement  $0^m,10$  pour celui de la grande conduite, et  $0^m,65$  pour celui de la moyenne, quant à la petite, nous ne l'avons trouvée que de  $0^m,0255$  au lieu de  $0^m,025$  qu'elle devait avoir. En réalité, la section de nos conduites sera un peu plus petite que celle que nous avons conclue de nos mesures, vu que, dans plusieurs endroits, les sections ne seront pas de cercles parfaits, les tuyaux auront été un peu aplatis, et la section aura diminué par reste, cet accident aura toujours lieu dans des conduites en fer-blanc, et même dans les conduites en général; et, comparativement à elles, les nôtres doivent être regardées comme ayant réellement les diamètres susmentionnés.

Il en sera de même des buses et ajutages, dont nous avons d'ailleurs vérifié plusieurs fois les dimensions, sauf en ce qui concerne la buse de  $0^m,04$ , ainsi que nous l'avons déjà remarqué (n.º 18).

Erreurs pro-  
venant des  
manomètres

27. Les plus grandes erreurs que nous pouvons avoir commises seront dans l'estimation de la hauteur des manomètres, et principalement de celui employé à l'intérieur.

L'autre, celui qui était adapté à la tonne de la trompe, avait un gros tube; les mouvemens du mercure y étaient libres et faciles, mais encore l'appréciation de sa hauteur ne laissait pas d'avoir ses difficultés et ses chances d'erreur. Toutes les fois qu'on ne donnait pas à la pompe assez d'eau pour qu'elle remplît le bône au-dessus de l'étranguillon, l'écoulement ne se faisait pas d'une manière continue, et le mercure oscillait continuellement, et souvent inégalement; il fallait de l'intelligence pour saisir la vraie moyenne, et malgré celle qu'y a mise M. Marrot, il n'oserait répondre de ses hauteurs à plus de quelques fois dixièmes de ligne, ce qui est  $0,45$  et  $0,90$  millimètres de hauteur réglée.

Dans la galerie, et en général sur les conduites, nous avons de plus petits manomètres; habituellement, c'était celui que M. Thibault lui-même avait bien voulu faire pour moi; c'est le plus joli et le plus commode des manomètres, mais le tube en est étroit; le mercure y adhère trop, il y est affecté de la capillarité, et inégalement dans les deux branches. Lorsque nous nous fûmes aperçus de ce vice, nous employâmes divers moyens pour y remédier; mais ils ne furent pas pleinement efficaces. D'abord, nous faisons osciller le mercure en donnant de petites secousses à l'air qui sortait de la conduite, et cela en bouchant et débouchant à l'alternative l'orifice de la buse par de petits coups de main promptement réitérés; mais nous vîmes qu'il en résultait une petite irrégularité dans l'écoulement de l'air, qui avait lieu immédiatement après. Alors nous renoncâmes à ce moyen, et nous introduisîmes dans le tube un mince brin de paille à

l'aide duquel nous produisions de petites oscillations dans le mercure, et nous ne prenions note de sa hauteur que lorsque, après avoir répété quatre ou cinq fois cette opération, il revenait au même point; et encore, vers la fin, nous avons eu des doutes sur la hauteur déterminée de cette manière: lorsque le mercure agité avec la paille s'arrêtait à un point qui paraissait bien constant, si nous frappions à petits coups sur le manomètre, le mercure y prenait une autre position: aussi ne croyons-nous pas pouvoir répondre de nos observations à un millimètre, et quelquefois à notre usage, nous pourrions avoir eu une erreur de deux et peut-être même de trois millimètres. D'après cela, si nous n'avions qu'une et même que quelques expériences, je n'oserais rien en inférer; mais lorsqu'on en a plus de cinq cents et même plus de mille, en y comprenant celles que nous n'avons pas portées aux tableaux pour éviter de doubles emplois, et celles qui avaient été faites comme essais préliminaires, et directement sur la trompe avant qu'on y eût adapté les conduites, les erreurs doivent s'être compensées, et les moyennes doivent peu s'éloigner de la réalité.

Au défaut de l'instrument, il nous faut encore ajouter, pour l'intérieur de la galerie, le défaut de position. Le manomètre placé sur la conduite était à 1<sup>m</sup>,80 environ au-dessus du sol; si nous fallait monter sur des escabelles et nous lever sur la pointe des pieds pour bien observer; la lumière n'était pas toujours placée de manière à bien indiquer la position du mercure. Encore une cause d'erreur qui m'est particulière: placé habituellement plus bas que le mercure, par suite

de la parallaxe, et peut-être encore par ma manière d'observer, je le rapportais à un point trop élevé de l'échelle, et fréquemment mon estime, celle que je notais, était d'un dixième de ligne (0<sup>m</sup>,45 millim.) plus forte que celle du conducteur des travaux.

Lorsque nous avons pu convenablement substituer le manomètre à l'eau au manomètre à mercure, nous l'avons fait, et nous le pouvions lorsque celui-ci indiquait que 8, 9 et même 10 millimètres. L'échelle était de quatorze fois plus grande, et le fluide étant plus léger et par conséquent plus mobile, nos observations devaient être beaucoup plus exactes: aussi leur avons-nous conservé deux chiffres décimaux, en les réduisant en millimètres: au reste, c'est plutôt pour les distinguer des autres, et pour indiquer que nous pouvons à peu près répondre du premier chiffre décimal, car, pour le second, on ne doit y compter en aucune manière. Encore ici nous avons des causes d'erreur: jamais l'eau n'était tranquille; elle oscillait continuellement par des oscillations vives et répétées, dont l'amplitude était de 3,4 et quelquefois 6 lignes; mais ce qui nous déconcertait le plus, c'est que l'oscillation, après s'être faite assez régulièrement autour d'un point fixe, allait se faire tout aussi régulièrement autour d'un point placé à une ou deux lignes du premier.

25. On dirait que l'air, pressé dans les conduites, ne s'y meut pas uniformément, qu'il y avance irrégulièrement et comme par rafales; les ondes, en s'y propageant, accélèrent ou retardent la vitesse, et cela diversement sur divers points de la conduite: la nature éminemment

Manière  
dont l'air se  
meut dans  
les  
conduites.

élastique de l'air, et l'analogie avec les courans qui ont lieu dans l'atmosphère, me semblent le rendre très-probable. S'il en est réellement ainsi, les observations manométriques sur les conduites ne pourront jamais être d'une très-grande exactitude.

Nous ferons encore une remarque sur le mode dont la tension de l'air se propage dans les conduites et sur l'influence de ce mode dans nos observations. Lorsque nous étions à l'extrémité de la grande conduite, et que, pour donner un signal à l'observateur placé à l'autre bout, nous bouchions un instant l'orifice de sortie, l'effet du reflux se transmettait de suite et presque instantanément à ce bout, bien que la distance fût de 387 mètres; mais ensuite quand l'orifice était rouvert, le manomètre placé auprès descendait assez brusquement d'une certaine quantité; et puis il mettait quelques minutes pour revenir à son premier point. Cette lenteur de décroissement, dans la pression et par suite dans la vitesse avait déjà été remarquée par MM. Lehot et Clément dans les expériences dont j'ai fait mention au n°. 3. Nous l'avons observée, même lorsque nous opérions directement sur la trompe: nous venions d'y faire une expérience très-exacte; nous rétrécîmes, pendant quelques instans, l'orifice de sortie pour faire remonter le mercure, et, à notre très-grand étonnement, il ne retomba pas au même point dès que l'orifice fut rouvert; il se tint à près d'une demi-ligne plus haut, et il resta plus d'une minute avant de revenir à sa première hauteur. Ne sachant à quoi attribuer ce phénomène alors nouveau pour nous, et dont l'explication nous embarrasserait

bien encore, nous dûmes: la trompe est un instrument bien capricieux.

Ce fait, que nous n'avons d'ailleurs bien connu que vers la fin de notre travail, a vicié presque toutes les expériences où nous avons fait succéder immédiatement un orifice à un autre orifice de moindre diamètre. Par suite, ces expériences n'ont pas été portées sur nos tableaux.

*Observations du baromètre et du thermomètre.*

26. La pression atmosphérique et la température étant deux élémens de la densité de l'air, et devant en conséquence être introduits dans nos calculs, nous avons dû les connaître d'une manière exacte.

La pression atmosphérique est donnée par le baromètre: celui qui a servi à mes observations était sorti des ateliers de Fortin, c'est celui avec lequel a été fait mon travail sur la mesure des hauteurs à l'aide du baromètre.

Voici les indications qu'il nous a données pendant les jours d'expériences, la colonne de mercure étant réduite à zéro de température:

Le 22 août	0,6818
23	0,6815
24	0,6809
25	0,6797
27	0,6794
29	0,6790
30	0,6790
31	0,6790
1 <sup>er</sup> septembre	0,6792
Moyenne	0,6800

La température de l'air dans l'atmosphère, sur le thermomètre centigrade, a été de. 18° à 28

Dans les tuyaux exposés au soleil jusqu'à . . . . . 31

Dans l'eau du courant moteur, de. . . . . 17 à 18

Dans l'air de la galerie. . . . . 10 à 12

Dans la conduite de la galerie. . . . . 11 à 15.

Sans erreur notable, nous pouvons prendre ici, pour le baromètre, la moyenne,  $0^m68$ . Les plus grands écarts ont été  $0^m6818$  et  $0^m6790$ ; les erreurs dans les résultats, étant comme les racines carrées de celles de l'observation, ne sauraient être de plus d'un millième, autour du terme moyen.

Pour les observations faites dans la galerie, et ce sont les plus nombreuses comme les plus importantes, en prenant une température moyenne de 12°, on ne saurait avoir un centième d'erreur.

### CHAPITRE III.

#### RÉSULTATS DES EXPÉRIENCES.

*De la résistance des conduites, et des formules qui s'y sont relatives.*

Outre la résistance que l'adhérence de l'air aux parois des conduites oppose au mouvement de ce fluide, et la résistance que nous avons déjà signalée (19) on aura encore à considérer celle qui provient des angles des coudes dans les conduites, et celle qui résulte des étranglements ou contractions que l'air éprouve soit en passant d'un réservoir ou d'un tuyau dans un tuyau plus étroit, soit en passant par un ajutage ou orifice de moindre diamètre que le tuyau antérieur.

Nous nous bornerons à quelques remarques sur ces dernières résistances: la première, qui est, et de beaucoup, la plus considérable, sera l'objet principal de ce chapitre. Nous y examinerons et chercherons à constater, par nos expériences les lois qu'elle suit; puis, nous établirons la formule analytique qui en donne la valeur, et nous finirons par en déduire l'expression de la vitesse et de la dépense.

28. Fixons d'abord d'une manière précise l'acceptation que nous donnons ici au mot de résistance et la manière dont nous la représentons.

A cet effet, supposons une conduite quelconque, droite ou coudée, d'un diamètre constant ou variable, qui part d'un réservoir d'air, et qui est terminée par un autre réservoir portant l'ajutage ou orifice de sortie; admettons encore qu'à l'aide d'une machine soufflante, convenablement disposée, on entretienne le premier réservoir plein d'un air ayant une force élastique constante et supérieure à celle de l'atmosphère ambiante: par suite de cet excès de force, l'air entrera dans la conduite; et, au bout de quelque temps, il s'y mouvra uniformément. Dans cet état des choses, plaçons un manomètre Q soit à mercure soit à eau, sur le réservoir de fluide; s'y élèvera jusqu'à ce que le poids de sa colonne soit en équilibre avec la force élastique qui produit le mouvement; ce poids sera ainsi la mesure de cette force motrice: sous l'unité de base et de densité, la hauteur de la colonne en représentera le poids; par conséquent, si H est cette hauteur, il sera aussi l'expression de la force motrice. Plaçons un second manomètre, semblable au premier, sur le réservoir extrême: si la conduite in-

Nature et expression de la résistance.

Diverses sortes de résistances.

Diverses sortes de résistances.

terposée n'avait mis aucun obstacle au mouvement, qu'elle n'eût occasioné aucune perte de force, le manomètre se tiendrait encore ici à la hauteur  $H$  : mais il n'en est pas ainsi; le fluide y est à une moindre hauteur,  $h$  : de sorte que l'action ou résistance de la conduite a détruit une portion de la force première égale à  $H - h$ .

Cette force première  $H$  peut donc être regardée comme composée de deux forces partielles : l'une,  $h$ , ou vertu de laquelle le coulement aura réellement lieu; et l'autre,  $H - h$ , aura été absorbée par les obstacles au mouvement : elle les neutralise en quelque sorte, et elle est par conséquent égale à leur somme ou à la résistance; elle en sera donc la mesure.

Si maintenant les deux manomètres sont placés immédiatement sur la conduite, mais tout près des réservoirs, ils s'y tiendront encore sensiblement aux mêmes hauteurs  $H$  et  $h$ ; c'est un fait confirmé par nos expériences. Lors même que, par suite de la vitesse de l'air dans la conduite, leur indication serait un peu inférieure, comme ils sont placés dans les mêmes circonstances, que la vitesse est à très-peu près la même sous l'un et sous l'autre, ils auraient baissé également : leur différence serait encore la même  $H - h$ , et elle exprimerait toujours la résistance. Ainsi, et généralement, la différence entre les hauteurs des deux manomètres placés sur deux points quelconques d'une conduite, mesure la résistance occasionée par la portion de conduite comprise entre ces deux points; bien entendu que, pour avoir une estimation absolue de cette mesure, il faut multiplier la différence des hauteurs par la densité de fluide manométrique.

Le poids de l'air dans les conduites ne saurait influer sensiblement sur les hauteurs manométriques, et, par suite, sur l'expression de la résistance. Par exemple, dans notre grande conduite, dont l'extrémité est de 11<sup>m</sup>,50 plus élevée que son commencement, le manomètre  $H$  va bien à supporter plus que l'autre le poids d'une colonne d'air de 11<sup>m</sup>,50 de hauteur; mais comme cet air ne pèse sur lui qu'avec l'excès de son poids sur l'air atmosphérique, et que cet excès à son maximum, lorsque les deux manomètres indiquaient moyennement 08,055, n'équivaut qu'au poids d'une colonne de mercure de 0<sup>m</sup>,00076 de hauteur, il n'aurait augmenté  $H$  que d'une quantité inappréciable.

ART. I. *Résistance due à l'action des parois.*

(A) *Lors de cette résistance.*

29. La cause première de la résistance que nous avons à considérer dans cet article étant l'adhérence des molécules de l'air aux parois de la conduite, plus ces parois seront étendues en superficie et plus il y aura d'adhérences à rompre, et par conséquent plus il y aura de résistance; ainsi et naturellement la résistance sera proportionnelle à la longueur de la conduite.

Elle le sera aussi à sa largeur développée, c'est-à-dire à son pourtour, et par conséquent à son diamètre.

30. Mais cette résistance provenant des parois, et dont l'effet est de retarder la vitesse générale de la masse d'air, se communique et se partage entre toutes les molécules de cette masse, plus il y en aura, moins chacune, et, par suite, la vitesse moyenne éprouvera de retard : ainsi, la résistance sera en raison inverse du nombre de

Effet de la longueur de la conduite.

Considération sur le diamètre.

molécules. Or, à longueur de conduite et densité de fluide égales, le nombre de molécules est proportionnel à l'aire de la section transversale de la conduite ou au carré de son diamètre; sa résistance sera donc aussi en raison inverse du carré du diamètre de la conduite; et comme elle était déjà en raison directe de ce diamètre. (n°. 29), nous concluons qu'en définitive elle est réciproquement proportionnelle au diamètre de la conduite.

Considération sur la vitesse.

31. Elle dépendra encore de la vitesse avec laquelle l'air se meut; plus il ira vite et plus il y aura de molécules à détacher des parois et à les détacher plus promptement; ainsi, la résistance sera une fonction de la vitesse; mais, quelle fonction?

Newton, par suite des expériences qu'il avait faites sur la résistance que l'air fait éprouver à un pendule, avait admis une expression composée de trois termes: dans l'un, la vitesse était à la puissance  $\frac{1}{2}$ ; dans l'autre, à la puissance  $1 \frac{1}{2}$ , et dans le dernier, à la puissance 2; puis, Newton ne prit plus que les deux termes extrêmes. Des auteurs, qui vinrent après, admirèrent de plus un terme constant; mais, généralement, on regardait la résistance comme proportionnelle au carré de la vitesse. En dernier lieu, Coulomb a repris la question de la résistance des fluides, et portant dans son travail et cette justesse d'esprit et cette habileté expérimentale qui l'ont placé au premier rang parmi les physiciens, il montra que, dans l'expression de la résistance des fluides ordinaires (l'eau, l'huile), la première puissance de la vitesse devait être introduite, et que si le terme qui la renferme pouvait être négligé dans

les grandes vitesses, son effet était sensible dans les petites, celles de quelques centimètres par seconde, et qu'il devenait même prépondérant dans les très-petites. Coulomb pensa en outre que ce terme provenait de l'adhérence des molécules fluides entre elles (1).

Ces considérations m'ont porté à croire, en ce qui concerne le mouvement de l'air dans les tuyaux de conduite, que ce terme pouvait être négligé sans erreur: les vitesses y sont généralement très-grandes, dans nos expériences, elles ont été de 5, 8, 10 et même 20 mètres et plus; rarement sont-elles descendues à 3 et 2 mètres par seconde. Dans nos usines métallurgiques, la vitesse de sortie est de 80 à 100 mè., et celle dans la conduite, le plus ordinairement, de 8 à 10 mètres. Hutton, dans ses nombreuses expériences sur le mouvement des projectiles, a trouvé, pour les vitesses de 5 à 100 mètres, la résistance de l'air simplement proportionnelle au carré de la vitesse, bien que, pour de plus grandes vitesses, il ait cru devoir reprendre les trois termes de Newton, et même un terme constant (2). J'ajouterai encore que M. Girard, le premier des auteurs qui ait appliqué des principes de Coulomb au mouvement des fluides incompressibles dans les conduites, avait eu à traiter de ce même mouvement pour les fluides gazeux, et en avait abandonné formellement le terme renfermant la première puissance de la vitesse, et cela par suite des expériences qu'il avait faites à ce sujet (3).

(1) Mémoires de l'Institut, et classés des sciences, t. 3, p. 170.

(2) Nouvelles expériences sur l'Artillerie, 22e partie, traduction de M. Turquem, p. 12 et 148.

(3) Annales de Chimie et de Physique, t. 16.

D'après ces divers motifs, nous admettrons que, pour le mouvement de l'air dans nos conduites, *la résistance est proportionnelle au simple carré de la vitesse.*

Considération relative à la densité.

32. Un raisonnement analogue à ceux que nous venons de faire nous indiquerait qu'il y a encore quelque rapport entre la résistance et la densité de l'air. Lorsque la densité augmente, il y a aussi augmentation dans le nombre de molécules en contact avec les parois, et par conséquent dans le nombre d'adhérences à rompre ou dans la résistance; mais, d'un autre côté, cette résistance, se répartissant sur un plus grand nombre de molécules, occasionera moins de retard dans la vitesse générale, et il y a peut-être compensation.

Toutefois, et en stricte rigueur, la compensation ne semble pas devoir être complète. Il est bien évident que le nombre de molécules dans la conduite, ou dans une portion de conduite, augmente exactement dans le rapport de la densité, et que, sous ce point de vue, la résistance est en raison inverse de la densité. Mais le nombre de molécules en contact avec les parois n'a pas augmenté entièrement dans ce même rapport: l'augmentation du nombre de molécules a également eu lieu dans le sens de chacune des trois dimensions du volume d'une tranche de la conduite que l'on considère, la longueur, la largeur ou circonférence de la section, et l'épaisseur ou le rayon de la conduite: or, l'augmentation dans ce dernier sens n'en produit aucune sur les parois: l'augmentation sur ces parois ne dépend que de deux des trois dimensions; elle ne croît donc que comme la puissance  $\frac{2}{3}$  de

la densité. Ainsi, par suite de l'accroissement de densité, la résistance croîtrait comme la puissance  $\frac{2}{3}$  de la densité, et diminuerait comme la puissance 1: elle serait donc en raison inverse de la racine cubique de la densité.

Voyons maintenant jusqu'à quel point nos expériences confirment les lois de la résistance, que le simple raisonnement nous a porté à admettre.

33. Et d'abord en ce qui concerne la longueur de la conduite.

Parmi plus de trois cents expériences faites en vue de la détermination du rapport de la résistance à cette longueur, nous nous bornerons à présenter ici les résultats de celles que nous avons faites lorsque la conduite a été entièrement placée, et qui sont l'objet du tableau N<sup>o</sup>. IV.

Rapport de la résistance à la longueur.

Le manomètre a été porté de 40 en 70 mètres environ sur la conduite, et la différence entre sa hauteur à ces divers points et celle du manomètre établi à l'origine nous a donné la résistance correspondante aux différentes longueurs. Les expériences ont été faites tantôt sur la conduite entièrement ouverte à son extrémité, mais en donnant à la trompe diverses quantités d'eau, tantôt sur la conduite terminée par des ajutages. Parmi les treize séries portées au tableau N<sup>o</sup>. IV, nous prendrons les cinq suivantes. La résistance est exprimée en millimètres du manomètre. Ici nous avons même diamètre, et dans chaque série même force motrice, et, par suite, mêmes vitesse et densité, à de légères différences près; en un mot, toutes les quantités étaient les mêmes, sauf les longueurs et les résistances respectives: ainsi, on pouvait saisir aisément les rapports

entre l'accroissement des unes et celui des autres.

LONGUEUR de la Conduite.	RÉSISTANCE, ou $H - h$ .				
	LA CONDUITE ÉTANT				
	ouverte ; avec une quantité d'eau de			garnie d'une buse de	
	m. cub. 0,023	m. c. 0,034	m. c. 0,041	m. 0,05	m. 0,03
millim.	millim.	millim.	millim.	millim.	
120	8,7	12,2	13,5	11,7	6,0
160	10,4	15,6	18,0	14,9	7,6
200	12,6	19,4	22,1	17,6	9,0
240	15,2	23,1	25,3	20,8	10,7
280	17,9	26,8	29,4	24,4	12,8
322	20,2	30,3	33,6	28,0	14,4
367	22,0	34,1	38,0	33,2	17,6
387	22,7	34,7	38,7	35,3	18,9

Afin de faire mieux ressortir le rapport des longueurs aux résistances, je vais reproduire, par le tableau suivant, les six suites portées aux six colonnes ci-dessus, en faisant commencer chaque suite par l'unité.

Longueurs ..	1,00	1,33	1,67	2,00	2,33	2,70	3,05	3,22
	1,00	1,30	1,56	1,80	2,20	2,50	2,81	..
	1,00	1,28	1,60	1,90	2,20	2,50	2,80	..
Résistances..	1,00	1,33	1,64	1,87	2,19	2,50	2,82	..
	1,00	1,27	1,51	1,78	2,09	2,40	2,84	3,02
	1,00	1,27	1,50	1,79	2,13	2,40	2,93	3,15
Rés. moyen.	1,00	1,29	1,57	1,82	2,16	2,46	2,84	3,09

Les faits portés à ce tableau montrent

1°. Que les résistances suivent une loi bien marquée ;

2°. Que cette loi n'est pas exactement celle des longueurs ; l'accroissement des résistances est moins rapide. On ne peut ici en appeler aux erreurs de l'observation ; l'ensemble, comme la moyenne de nos expériences, fait voir que les longueurs ayant augmenté dans le rapport de 100 à 305, les résistances n'ont cru que dans celui de 100 à 284 ;

3°. Que la moindre rapidité de l'accroissement a lieu vers le milieu de la progression. Si les longueurs étaient regardées comme des abscisses et les résistances comme des ordonnées, on verrait la ligne menée par les extrémités de ces dernières fléchir, dans son milieu, vers l'axe des abscisses.

Ce fléchissement au milieu se reproduit, dans toutes nos expériences sur la conduite ; il est fortement marqué dans la plus exacte d'entre elles, ainsi qu'on le voit dans le petit tableau ci-après :

LONGUEUR.	RÉSISTANCE.	DIFFÉRENCE.
m.	millim.	
80	9,0	
120	23,5	4,5
160	38,6	4,5
200	53,1	4,5
240	68,3	3,2
280	83,4	4,1
322	98,6	4,2
367	113,8	4,2

Quelle peut en être la cause? Ne serait-ce que l'effet d'un accident, ou vice de construction particulier à notre conduite, et qui aurait échappé à notre examen? Cependant nous avons bien long-temps observé la conduite; nous étions bien des observateurs et bien des personnes intéressées à y découvrir les défauts qu'elle pouvait présenter, et nous n'y en avons remarqué aucun. Le diamètre eût-il été un peu plus grand dans cette partie? Je ne conçois pas comment il en eût été ainsi, d'après la manière dont les tuyaux ont été faits, et comment cet excès de grandeur eût échappé à nos nombreuses vérifications.

Serait-ce la légère différence qu'il y a dans la densité, et, par suite, dans la vitesse de l'air aux différentes parties de la conduite? Les considérations suivantes ne permettent pas de l'admettre. Les hauteurs manométriques vont en décroissant depuis l'origine de la conduite jusqu'à son extrémité; les densités de l'air y sont proportionnelles à ces hauteurs, augmentées de la hauteur du baromètre dans l'atmosphère ambiante; et comme cette dernière hauteur est toujours beaucoup plus considérable que celles du manomètre, le décroissement sera faible: par exemple, dans les cinq séries des résistances rapportées ci-dessus, la densité étant représentée par 1860 à l'origine de la conduite, elle le sera encore par 968, 952, 946, 959 et 974 à l'extrémité. Les vitesses croîtront dans le même rapport que les densités décroissent, puisque, dans deux tranches d'égale épaisseur, prises en différentes parties de la conduite, il doit passer une même masse d'air dans le même temps; si l'air

est moins dense, la masse, occupant plus de volume, passera plus vite. Ainsi, les vitesses, ne variant que de 100 à 95, ne peuvent rendre raison de différences beaucoup plus considérables. De plus, et sur-tout, l'accroissement de vitesse est graduel depuis le commencement jusqu'à l'extrémité de la conduite, et nous avons remarqué que l'anomalie était la plus grande vers le milieu; elle ne saurait en conséquence provenir de la différence de densité ou de vitesse de l'air dans les différentes parties de la conduite.

Au reste, quelle qu'en soit la cause, sans erreur notable, on peut en faire abstraction dans la pratique: alors la ligne, passant par l'extrémité des ordonnées, serait une ligne droite, et elle joindrait l'axe des abscisses à son origine; en conséquence, les ordonnées, c'est-à-dire les résistances, seraient exactement proportionnelles aux abscisses ou longueurs.

54. Passons à la considération des vitesses, et établissons d'abord le mode de leur détermination.

Portons-nous à l'extrémité de la conduite, que nous supposerons garnie d'une buse. Le manomètre, placé immédiatement avant l'orifice, fera connaître la force élastique de l'air dans cette partie, et par conséquent la force ou pression qui produit la vitesse de sortie. D'après la dynamique des fluides en général, cette vitesse sera due à la hauteur d'une colonne du fluide sortant, laquelle aurait un poids égal à celui de la colonne manométrique; cette hauteur sera donc celle de cette dernière colonne, multipliée par le rapport de la densité du mercure à celle du fluide sortant: elle sera  $\phi \frac{h}{\rho}$ , si  $\phi$  représente ce rapport.

Expression  
de la  
vitesse.

Soient :

$b$  la hauteur du baromètre dans l'atmosphère ambiante ;

$t$  l'indication du thermomètre au même lieu ;

$d$  le diamètre de la buse ;

$D$  celui de la conduite ;

$H$  étant toujours la hauteur du manomètre à l'origine de la conduite, et

$h$  à son extrémité.

L'air atmosphérique, sous la pression barométrique de  $0^m,76$  et à zéro de température thermométrique, pèse  $10467$  fois plus que le mercure ; on sait encore que son poids sous le même volume, ou sa densité, augmente proportionnellement à la pression qu'il éprouve ; qu'elle diminue de  $0,00375$  pour chaque degré d'élevation dans le thermomètre centigrade, et que cette diminution est portée à  $0,004$  lorsqu'on veut tenir compte des vapeurs aqueuses répandues dans l'atmosphère. D'après cela,  $b + h$  étant ici la pression que l'air éprouve, on aura,

$$\rho = 10467 \times 0,76 \frac{1 + 0,004 t}{b + h} = 7955 \frac{1 + 0,004 t}{b + h}.$$

Le facteur  $1 + 0,004 t$ , devant revenir souvent dans nos calculs, sera désigné par  $T$ .

La vitesse de sortie, qui est  $\sqrt{2gh}$ , deviendra donc, en se rappelant que  $g = 9^m,8088$ ,

$$395,4 \sqrt{h \frac{T}{b + h}} \text{ mét.}$$

En entrant dans la buse, la veine fluide éprouve une contraction, par suite de laquelle la vitesse,

à sa sortie, est diminuée des  $0,93$  aux  $0,95$  de la valeur ci-dessus, d'après les nombreuses expériences que j'ai faites à ce sujet (1). Prenant, pour plus de sûreté dans l'application, le coefficient  $0,93$ , nous aurons pour expression de la vitesse

$$367,4 \sqrt{h \frac{T}{b + h}}.$$

La quantité d'air dépensée,  $Q$ , sera  $\frac{\pi}{4} d^2 367,4 \sqrt{h \frac{T}{b + h}}$  mètres cubes en 1". Nous citons ici cette expression de la dépense, sous une expression métrique quelconque, parce que nous aurons souvent occasion d'y renvoyer dans ce mémoire.

Mais la vitesse dans la conduite près de la buse est moindre que la vitesse de sortie, dans le rapport de la section de la conduite à celui de l'extrémité de la buse, puisque, par les deux sections, il doit passer la même quantité d'air dans le même temps ; et comme les sections circulaires suivent le rapport des carrés des diamètres, nous aurons pour vitesse à l'extrémité de la conduite

$$367 \frac{d^2}{D^2} \sqrt{h \frac{T}{b + h}}.$$

De plus, nous avons vu, dans le n<sup>o</sup> précédent, que, depuis l'origine jusqu'à l'extrémité de la conduite, les vitesses allaient en croissant dans un rapport inverse à celui des densités, et par conséquent ici dans le rapport de  $b + h$  à  $b + H$  :

(1) *Annales des Mines*, t. XIII.

comme l'accroissement se fait en progression arithmétique, la vitesse moyenne aura lieu au milieu de la conduite, et elle sera à la vitesse

extrême comme  $b + h$  est à  $b + \frac{H+h}{2}$  : soit

$\frac{H+h}{2} = h'$ , nous aurons, en définitive, pour expression de la vitesse moyenne dans la conduite,

$$367 \frac{d^2}{D^2} \frac{b+h}{b+h'} \sqrt{h \frac{T}{b+h}}$$

Rapport des résistances aux vitesses.

35. Faisons servir cette formule à la détermination du rapport entre les vitesses et les résistances, et fixons principalement notre attention sur les expériences faites à l'extrémité de la grande conduite : ici, nous avons exactement même longueur et même diamètre.

Si nous prenons le rapport de la vitesse à la résistance dans chacune des expériences, nous trouvons de grandes variations ; mais, dans les moyennes, il y a une loi beaucoup mieux suivie, ainsi qu'on le voit dans le tableau suivant, où nous avons porté toutes nos expériences, quelque anormales qu'elles fussent, sauf celles où la vitesse était au-dessous de trois mètres et correspondait à des résistances trop petites pour que les rapports ne fussent pas trop affectés d'une très-petite erreur dans l'observation.

Vitesses.	Résistances.	MOYENNES DES		SÉRIES DES		
		vitesses.	résist.	vitesses.	carrés des vit.	résist.
m.	millim.	mèt.	mèt.			
3,14	4,5	3,57	5,72	1,00	1,00	1,00
3,56	4,5					
3,77	7,5?					
3,79	5,4					
3,81	6,7					
4,09	7,3	4,57	10,43	1,28	1,64	1,82
4,72	11,0					
4,91	13,0					
5,11	12,2					
5,94	18,9?					
6,20	15,6	6,43	19,6	1,80	3,25	3,42
6,26	17,5					
6,35	22,0					
6,90	23,4					
7,15	22,0					
7,51	28,0?	7,42	24,4	2,08	4,32	4,27
7,61	23,2					
8,10	35,3					
8,51	56,8					
8,62	31,8					
8,91	29,8?	8,54	33,4	2,39	4,55	4,64

Nous avons groupé ensemble, dans ce tableau, toutes les vitesses du même nombre de mètres, abstraction faite de la fraction décimale. Nous avons essayé d'autres groupes, et ils ont donné des résultats au moins aussi concordans.

Ainsi, et en somme, les résistances sont très-sensiblement proportionnelles aux carrés des vitesses.

36. Dans la recherche du rapport de la résistance à la longueur et à la vitesse, nous pouvions

Rapport des résistances

sux diamè-  
tres.

comparer des expériences où deux élémens seuls variaient, et en conclure directement leur rapport. Nous n'aurons pas le même avantage pour celui de la résistance au diamètre : sur cent vingt expériences faites en vue de sa détermination (tableau N<sup>o</sup>. I), nous n'en avons point où les autres élémens variables, les longueurs et les vitesses, soient exactement égaux ; il faut en conséquence que nous procédions indirectement.

En admettant que la résistance croît suivant une puissance du diamètre, puissance entière ou fractionnaire positive ou négative, nous aurons à rechercher l'exposant de cette puissance, et les deux principes que nous venons d'établir aux deux paragraphes précédens serviront à cette recherche.

Soient :

D et D' les diamètres des deux conduites que nous comparons ;

L et L' leurs longueurs respectives ;

v et v' les deux vitesses moyennes ;

H - h et H' - h' les deux résistances,

Nous aurons,

$$H - h \propto H' - h' :: \frac{L v^2}{D^x} : \frac{L' v'^2}{D'^x}$$

$$\text{d'où } x = \frac{\log. (H' - h') L v^2 - \log. (H - h) L' v'^2}{\log. D - \log. D'}$$

Le tableau suivant montre les valeurs de x, que des comparaisons nous ont fournies. Nous avons comparé principalement celles de nos expériences sur des conduites différentes, où les longueurs et les vitesses présentaient le moins de différences.

Diamètre.	Longueur.	Vitesse.	Résistance.	Exposant.
mèt.	m.	mèt.	millim.	
0,0235	17,6	25,6	53,04	0,91
0,05	19,5	20,0	18,05	
0,0235	32,6	19,6	57,5	1,13
0,05	30,0	18,5	20,3	
0,0235	32,6	19,6	57,5	0,77
0,05	30,3	12,0	11,2	
0,0235	40,2	15,1	48,5	1,15
0,05	40,2	16,2	23,5	
0,0235	50,5	13,7	49,3	1,09
0,05	50,0	14,5	24,3	
0,0235	50,5	13,7	49,3	1,86
0,05	55,5	15,2	27,5	
0,05	55,5	15,2	27,5	0,87
0,10	54,6	11,0	8,8	
0,05	55,5	15,2	27,5	1,02
0,10	54,5	10,1	5,9	
0,05	55,5	15,2	27,5	1,12
0,10	80,6	10,4	8,0	
0,05	55,5	15,2	27,5	1,15
0,01	80,6	12,9	11,3	
0,05	19,5	20,0	18,0	1,08
0,10	54,6	11,6	8,1	
0,05	19,5	20,0	18,0	0,84
0,10	387,0	8,4	35,0	
0,0235	50,5	13,7	49,0	1,00
0,10	387,0	8,4	35,0	
Moyenne. . . . .				1,03

Encore ici, en somme, nos expériences montrent que les résistances sont sensiblement en raison inverse de la première puissance du diamètre. La plupart des écarts autour du terme moyen doivent être attribués à des erreurs d'observation.

Observation  
sur la  
densité.

37. Quant au rapport entre les résistances et les densités de l'air, nos expériences ne peuvent nous fournir de document. Nous ne pouvons, en conservant l'égalité des longueurs, des diamètres et des vitesses, ainsi qu'il eût été nécessaire, faire varier les densités. Elles suivent le rapport de  $b + h$  (hauteur du baromètre, plus celle du manomètre) : or, on ne pouvait faire varier  $h$  sans faire varier aussi la vitesse, et il n'était pas en notre puissance de faire varier  $b$  ou l'état du baromètre; il a été sensiblement constant durant toutes nos expériences.

On peut d'ailleurs douter que la densité ait une influence sensible sur la résistance. M. Girard, dans les expériences comparatives qu'il a faites, à l'aide des mêmes conduites et sous une même pression manométrique, sur le gaz hydrogène carburé et sur l'air atmosphérique, a constaté que les dépenses, et par conséquent les vitesses des deux gaz dans la même conduite, étaient entre elles comme 100 à 75 : les densités respectives sont comme 55,5 à 100. Or, d'après ce que nous avons dit au n<sup>o</sup>. 34, abstraction faite de toute résistance, ou à résistances égales, les deux vitesses doivent être entre elles comme  $\sqrt{2g\phi' H}$  à  $\sqrt{2g\phi H}$ , ou comme  $\sqrt{\phi'} : \sqrt{\phi}$ ;  $\phi'$  étant la densité du mercure par rapport au gaz hydrogène, et  $\phi$  par rapport à l'air atmosphérique; mais  $\phi' : \phi :: \frac{1}{0,555} : 1$ ; donc  $\sqrt{\phi'} : \sqrt{\phi} :: 100 : 74,6$ . Ainsi, le gaz hydrogène a la même vitesse, proportionnellement à la force motrice dépendante de sa pesanteur spécifique, qu'aurait l'air atmosphérique: il n'a donc éprouvé ni plus ni moins de résistance, bien que sa densité soit à-peu-près moitié moindre. Celle de l'air atmosphérique est 800 fois moins consi-

dérable que celle de l'eau; et, dans les mêmes circonstances, la résistance éprouvée par les deux fluides ne présente que peu de différence, ainsi que nous le verrons plus bas (n<sup>o</sup>. 51).

Il est vrai que, d'après un raisonnement qui semble assez plausible, puisqu'il est de même nature que ceux que l'expérience a justifiés au sujet des longueurs, diamètres et vitesses, la résistance serait en raison inverse de la racine cubique de la densité; mais encore, dans cette hypothèse, l'effet de la densité serait très-petit, car l'expression de la densité est  $\pi \frac{b+h}{T}$ ,  $\pi$  étant un facteur constant : or, cette expression ne peut guère varier en réalité que dans le rapport de  $0^m,74 + 0^m,08$  à  $0^m,74$ ; la variation dans la racine cubique ou dans la résistance ne serait que de 100 à 97 : on peut en conséquence se dispenser d'y avoir égard, sans qu'on ait à craindre une erreur de deux centièmes.

(b) *Etablissement de la formule de la résistance.*

38. Laissant donc la considération explicite de la densité, nous concluons que la résistance est en raison directe de la longueur de la conduite, du carré de la vitesse, et en raison inverse du diamètre. Formule de la résistance.

D'après cela, se rappelant que la résistance est exprimée par  $H - h$ , mettant pour la vitesse la valeur trouvée ci dessus (n<sup>o</sup>. 34), et nommant  $n'$  un coefficient constant à déterminer par l'expérience, nous aurons,

$$H - h = n' \frac{L \cdot 367^2 d_4 h (b+h) T^2}{D \cdot D^4 (b+h)^2}$$

ou, en faisant  $n' \times 367^2 = n$

$$H - h = n \frac{L d^4 h (b + h) T}{D^5 (h + b')^2}$$

Pour une conduite déterminée, le facteur  $\frac{(b + h) T}{(b + h')^2}$  ne variera que très-peu. A Rancié, où nous nous sommes étudiés à faire varier, autant que possible, les valeurs de  $h$ , les variations du facteur n'ont été que de 14 à 15 : ailleurs, elles seront bien moindres. Soit  $\beta$  le facteur particulier à la conduite donnée, on aura pour elle

$$H - h = n \beta \frac{h L d^4}{D^5}$$

Détermination du coefficient.

39. Il ne reste maintenant qu'à déterminer le coefficient constant  $n$  : cette détermination était le principal objet de nos expériences.

Si toutes ces expériences eussent été d'une entière exactitude; si les conduites et leurs ajutages avaient partout les dimensions prescrites ou admises dans le calcul, chaque expérience donnerait pour  $n$  une même valeur, et une seule d'elles suffirait à la détermination de ce coefficient; mais il est loin d'en être ainsi. Pour faire aussi complètement que possible cette détermination fondamentale, et en même temps pour éclairer la question de toute la lumière que pouvaient lui fournir nos nombreuses observations, j'ai pris chacune des expériences portées aux tableaux I, III et IV (1<sup>re</sup> section), et j'en ai conclu la valeur de  $n \beta$  à l'aide de l'équation

$$n \beta = \frac{(H - h) D^5}{L d^4 h}$$

déduite de la formule ci-dessus.

Je me borne à donner, dans les tableaux suivans, la moyenne des valeurs trouvées pour une même buse avec une même longueur de conduite, mais sous diverses charges manométriques.

CONDUITE DE 0<sup>m</sup>,10 DE DIAMÈTRE.

LONGUEUR de la conduite.	Coefficient obtenu avec la buse de			
	0 <sup>m</sup> ,05	0 <sup>m</sup> ,04	0 <sup>m</sup> ,03	0 <sup>m</sup> ,02
m.				
80,6	0,0186	0,0175	0,0201	»
100,	241	226	242	»
120	228	208	270	»
140	228	184	225	»
160	236	201	221	»
180	225	218	278	»
200	229	226	245	0,025
220	182	188	195	16
240	161	189	194	17
260	202	208	214	18
280	177	200	195	15
300	191	225	228	23
322	220	198	218	19
344	271	244	239	25
367	286	244	225	21
387	277	226	246	23
Moyenne...	0,0222	0,0210	0,0225	0,020

Mais les irrégularités que présentent les résultats pris chacune des expériences aux tableaux I, III et IV (1<sup>re</sup> section), ont conduit à la valeur de  $n \beta$  à l'aide de l'équation

Mais les irrégularités que présentent les résultats pris chacune des expériences aux tableaux I, III et IV (1<sup>re</sup> section), ont conduit à la valeur de  $n \beta$  à l'aide de l'équation

CONDUITE DE 0 <sup>m</sup> ,05 DE DIAMÈTRE.			
LONGUEUR de la conduite.	Coefficient avec la buse de		
	0 <sup>m</sup> ,03	0 <sup>m</sup> ,02	0 <sup>m</sup> ,01
m.			
9,35	0,0233	0,0258	0,0371
19,50	241	258	»
30,30	205	269	397
40,20	238	260	397
50,05	250	244	»
55,53	223	245	»
Moyenne	0,0232	0,0248	»

COND. DE 0 <sup>m</sup> ,0235 DE DIAMÈT.		
LONGUEUR de la conduite.	Coeff. avec la buse de	
	0 <sup>m</sup> ,02	0 <sup>m</sup> ,01
m.		
8,9	0,0252	0,0453
17,58	222	431
25,11	238	404
32,65	230	»
40,2	266	466
50,55	263	461
Moyenne...	0,0248	0,0430

Malgré les irrégularités que présentent les résultats inscrits sur les tableaux ci-dessus, nous ne pouvons nous empêcher de voir dans leur

ensemble un accord assez satisfaisant, plus même que celui qu'on aurait en déduisant d'une manière analogue le coefficient de la résistance que l'eau éprouve dans ses conduites, des expériences faites par nos meilleurs hydrauliciens. Les résultats de la seule buse de 0<sup>m</sup>,01 de diamètre sortent des limites admissibles; mais, nous l'avons déjà dit (n<sup>o</sup>. 18), il y avait certainement une erreur dans son diamètre; ce diamètre n'a pu être vérifié: s'il eût été de 0<sup>m</sup>,0114, les résultats seraient rentrés dans les limites et eussent donné pour coefficient 0,024, terme moyen.

En examinant le tableau des observations sur la conduite de 0<sup>m</sup>,10, on voit se reproduire sur le milieu de cette conduite les anomalies dont nous avons déjà fait mention (n<sup>o</sup>. 33), et dont la cause nous est entièrement inconnue: de 220 à 280 mètres, nous voyons le manomètre éprouver une baisse considérable, et cela quelle que soit la buse employée: ainsi nous ne pouvons attribuer ce fait à quelque erreur d'observation, il est général; il s'est présenté dans les observations faites en décembre comme en août.

D'ailleurs, l'erreur de l'observation peut avoir donné lieu, dans d'autres cas, par exemple dans les expériences faites à 80<sup>m</sup>,60 de l'origine de la conduite, à des irrégularités aussi fortes. Nous avons dit que nous ne pouvions répondre des hauteurs manométriques à un millimètre près, notamment dans l'intérieur de la galerie, et qu'en général nous avons une propension à les y estimer trop fortes; si nous les avons toutes estimées de 0,2 de ligne seulement en sus de la réalité à cette station, ce qui répondrait à 0,9 millimètres de hauteur réelle, les trois coefficients,

au lieu d'être 186, 175 et 201, seraient 225, 211, et 265, et donneraient moyennement 234, tandis que les autres ne donnent que 187.

Nous n'avons pas rapporté ci-dessus les résultats des expériences faites hors de la galerie sur la conduite de 0<sup>m</sup>,10, et que l'on voit au tableau N<sup>o</sup>. I : les erreurs de l'observation avaient ici une trop grande influence sur les résultats du calcul, elles les rendaient insignifiants. Il en est de même des expériences faites sur la première moitié de la conduite, dans la galerie, avec la buse de 0<sup>m</sup>,02 de diamètre; et celles faites sur la seconde moitié, encore entachées du même vice, ne doivent être regardées que comme approximatives.

Voyons le résultat général des autres.

Les 48, portées dans les trois premières colonnes du premier tableau, indiquent une moyenne de . . . . . 0,0218

Mais nous avons vu que les quatre observations faites au milieu de la conduite étaient entièrement anormales; dans le cas où l'anomalie serait particulière à notre conduite, on devrait en faire abstraction, et alors nous aurions sur la conduite de 0<sup>m</sup>,10 diam. 36 suites d'expériences, . . . . . donnant moyennement 0,0228  
conduite de 0<sup>m</sup>,05 diam., 12 suites . . . . 0,0240  
conduite de 0<sup>m</sup>,0235. . . 6 suites . . . . 0,0248

Moyenne pour les trois conduites. 0,0238

Moyenne des 54 suites admises. . . . . 0,0232

Moyenne des 76 suites portées aux tableaux . . . . . 0,0221

On devrait, ce semble, prendre le

résultat moyen. . . . . 0,0232  
j'ai cru cependant devoir adopter le plus fort. . . . . 0,0238

1<sup>o</sup>. Parce qu'il se rapproche davantage de celui qu'on déduit des observations des 7 et 9 décembre, faites principalement avec le manomètre à eau, et qui sont par conséquent les plus exactes; elles donnent jusqu'à 0<sup>m</sup>,0240.

2<sup>o</sup>. Parce que la tendance que j'avais à estimer un peu trop haut la hauteur du manomètre dans la galerie doit avoir exercé une influence sur le coefficient conclu de mes observations.

Je ferai donc définitivement  $n\beta = 0,0238$ .

La moyenne générale des observations, dont nous avons conclu cette valeur, donne

$b = 0,68$ ,  $T = 1,048$ ,  $H = 0,0273$  et  $h = 0,0173$ ;  
d'où  $\beta = 1,482$ , et par suite  $n = 0,01606$ . Tel est le coefficient cherché.

Sa valeur était trop importante pour que nous voulussions nous en tenir à une détermination indirecte; nous l'avons aussi déduite de nos meilleures expériences, et sa valeur a été telle que nous venons de l'indiquer.

Je me bornerai à citer pour exemple des déterminations directes celles qui ont été faites sur la conduite 0<sup>m</sup>,10 de diamètre avec la buse de 0<sup>m</sup>,3. Ici,  $H$  et  $h$  ont des valeurs plus analogues à celles en usage dans la pratique que celles qu'on aurait en se servant des autres buses. Nous avons pris, dans le tableau N<sup>o</sup>. III, les observations où la quantité d'eau motrice était de 0,027 à 0,030, et celle des deux portées au tableau, à l'extrémité de chaque longueur, qui était la plus régulière.

Afin de montrer l'influence du facteur barométrique et thermométrique  $\beta$ , sur le plus ou moins de régularité des séries qui présentent les coefficients conclus, nous avons mis en regard la série des valeurs de  $n$  et celle des valeurs de  $n\beta$ ; en indiquant la différence de chacun des termes avec le terme moyen de la série, ce terme moyen était représenté par 1. On se rappellera que

$$n = \frac{(b+h)T}{(b+h)T}, \quad \frac{(H-h)D^5}{hLd^4}, \quad \text{et } n\beta = \frac{(H-h)D^5}{hLd^4}$$

LONGUEUR de la conduite.	VALEURS DE			
	$n$		$n\beta$	
mèt.		Diff.		Diff.
100	0,0194	+ 0,25	0,0285	+ 0,25
120	0,0185	+ 0,19	0,0272	+ 0,19
140	0,0161	+ 0,03	0,0236	+ 0,04
160	0,0163	+ 0,05	0,0241	+ 0,06
200	0,0151	- 0,03	0,0221	- 0,03
220	0,0159	+ 0,02	0,0234	+ 0,03
239	0,0146	- 0,07	0,0214	- 0,06
259	0,0137	- 0,12	0,0201	- 0,12
280	0,0157	0,00	0,0229	0,00
300	0,0149	- 0,05	0,0217	- 0,05
322	0,0141	- 0,10	0,0205	- 0,10
344	0,0141	- 0,10	0,0205	- 0,10
367	0,0148	- 0,05	0,0215	- 0,05
387	0,0149	- 0,05	0,0216	- 0,06
Moyenne..	0,0156		0,0228	

On voit, par ce tableau, que les différences entre les diverses valeurs de  $n$  et de  $n\beta$  sont de même ordre, et par conséquent que l'introduc-

tion des éléments variables de la densité,  $b+h'$ ,  $b+h$  et  $T$  n'a pas apporté une régularité plus sensible dans la série des coefficients; ainsi, la détermination de  $n$ , que nous avons d'abord faite indirectement, vu plus de facilité dans le calcul, est aussi exacte que si on l'eût entièrement faite d'une manière directe.

La valeur moyenne de  $n$  (0,0156) est bien aussi celle qui résulte de l'ensemble de nos observations; mais les raisons que nous avons exposées plus haut, et qui nous ont portés à préférer la moyenne 0,0238 à la moyenne générale 0,0232, nous porteront encore à prendre l'analogue au premier de ces deux nombres, c'est-à-dire 0,01606.

Ce coefficient conclu des expériences faites sur une conduite en fer-blanc me paraît devoir convenir également à une conduite de toute autre matière. L'expérience a montré que les circonstances du mouvement de l'eau sont sensiblement les mêmes dans des tuyaux de plomb, de fonte, de poterie, de bois, etc. (Dubuat, *Principes d'hydraulique*): pourquoi en serait-il autrement pour le mouvement de l'air? Dans tous les cas, des molécules du fluide que l'on considère se logeraient et se fixeraient entre les aspérités des parois de la conduite; elles y formeraient comme une couche ou revêtement infiniment mince, et c'est sur ce revêtement que frotterait et glisserait la masse générale.

40. Ainsi, l'équation donnant la valeur de la résistance sera,

$$H - h = 0,01606 \frac{L d^4 h (b+h) T}{D^5 (b+h')^2}$$

Habituellement, dans nos machines soufflan-

Expression  
définitive de  
la  
résistance.

tes,  $b + h'$  différera fort peu de  $b + h$ ; on peut en conséquence substituer ce second facteur au premier, et comme il sera un peu plus petit, la substitution ne peut qu'augmenter la valeur de la résistance, ce qui ne saurait avoir aucun mauvais effet dans l'application : au reste, nous compenserons en partie cette augmentation, en diminuant un peu le coefficient constant, et nous établirons finalement

$$H - h = 0,016 \frac{L d^4 T}{D^5 (b+h)}$$

c. *Corollaires.*

Valeur de H. 41. De l'équation ci-dessus, on déduit

$$H = h \left( 0,016 \frac{L d^4 T}{D^5 (b+h)} + 1 \right)$$

Valeur de h.

42. Et

$$h = \frac{H}{0,016 \frac{L d^4 T}{D^5 (b+h)} + 1}$$

Dans le second membre, il suffira presque toujours de mettre pour  $h$  une valeur prise approximativement. Au reste, si on voulait une entière rigueur, on ferait passer  $b + h$  dans le premier membre, et on aurait  $h$ , en résolvant une simple équation du second degré.

Le facteur complexe  $0,016 \frac{L d^4 T}{D^5 (b+h)} + 1$ , ou (n<sup>o</sup>. 38)  $0,016 \beta \frac{L d^4}{D^5} + 1$ , est, à proprement parler, le *facteur de la résistance*; il en exprime l'effet; il est le rapport entre les deux pressions ou

forces qui agissent aux deux extrémités de la conduite; une de ces forces étant donnée, il fait connaître l'autre.

43. Examinons maintenant jusqu'à quel point les résultats des formules concordent avec ceux que nos expériences ont donnés.

A Rancié, on a (n<sup>o</sup>. 39)

$$h = \frac{H}{0,024 \frac{L d^4}{D^5} + 1}$$

A l'aide de cette expression, j'ai calculé, pour chacune de nos expériences, la valeur de  $h$ , et je l'ai portée à la dernière colonne des tableaux nos. I, III et IV, à côté de celle donnée par l'observation.

En les comparant, on ne trouvera en général que de petites différences. Lorsque j'ai fait pour la première fois cette comparaison, j'ai été frappé et très-agréablement surpris : je voyais une formule que je venais d'établir, non sans quelque méfiance, donner des résultats qui suivent assez fidèlement ceux de l'expérience, dans toutes leurs variations, leurs hausses et leurs baisses, et cela quelles que fussent les conduites, les buses et les quantités d'eau motrice employées.

La majeure partie des différences provient des erreurs dans l'estimation des quantités observées. On s'en convaincra en comparant celles où l'on remarque une différence notable avec leurs analogues dans la série qui précède et dans celle qui suit immédiatement : elles devraient tenir le milieu entre les deux analogues, et elles ne le tiennent pas.

Comparaison entre les résultats du calcul et ceux de l'observation.

Si les différences entre les hauteurs manométriques calculées et observées sont en général petites, elles le seront encore plus dans les conséquences que ces hauteurs fournissent à la pratique, c'est-à-dire dans le calcul des vitesses et des dépenses ou quantités d'air écoulées. Ces quantités, ainsi que nous le verrons bientôt, sont comme les racines carrées des hauteurs manométriques; et, vu la petitesse de la différence entre les hauteurs calculées et observées, nous pouvons dire que la différence entre les dépenses calculées et les dépenses réelles ne sera que moitié de la première: elle sera à-peu-près d'un vingtième si celle entre les hauteurs est d'un dixième.

Considérations sur la théorie admise.

44. L'accord entre les résultats du calcul et ceux de l'observation, en montrant que la formule employée différait peu de celle qu'aurait pu donner une théorie entièrement rigoureuse, m'a pleinement rassuré; car je ne me dissimulais pas que j'avais basé quelquefois mes raisonnemens et mes conséquences sur des faits ou des principes qui n'étaient vrais qu'approximativement. Ainsi, j'avais admis que la résistance était exprimée par  $H^2 h$ ,  $H$  étant la hauteur du manomètre adapté à la tonne de la trompe, tandis que l'autre manomètre, donnant  $h$ , était immédiatement placé sur la conduite; j'avais encore admis que  $h$ , ou, plus exactement  $\delta h$  (n<sup>o</sup> 54), était la hauteur due à la vitesse avec laquelle l'air sortait de la buse.

Relativement à la première supposition, on pouvait objecter que la résistance est bien indiquée par la différence des deux manomètres aux deux extrémités de la conduite lorsqu'ils sont tous les deux placés ou sur des réservoirs, ou immédia-

tement sur la conduite qu'on suppose terminée par une buse, qui en rétrécit l'orifice; mais que, dans nos expériences, nous en avions un sur la conduite et l'autre sur le réservoir ou tonne de la trompe établie en tête de la conduite; et que celui-ci, n'étant pas, comme le premier, influencé par la vitesse de l'air dans les tuyaux, n'était pas dans une circonstance semblable, et ne donnait pas l'indication qu'il eût donnée s'il eût été placé sur la conduite. L'expérience nous a montré que lors même que l'objection serait fondée en rigueur, il ne saurait résulter de notre supposition aucune erreur sensible, et que le manomètre placé sur la conduite près de la trompe eût sensiblement donné la même indication que celui de la trompe même. Lorsque faisant les observations du tableau n<sup>o</sup>. IV, en partant du fond de la galerie, nous portions le manomètre de 40 en 40 mètres, nous voyions la colonne de mercure augmenter d'environ une ligne à chaque station, et lorsque nous étions à l'entrée de la galerie, à 80 mètres ou à deux stations de la trompe, il s'en fallait de deux lignes que cette colonne ne fût égale à celle du manomètre de la trompe; preuve que la hauteur de celui-ci était un terme de notre progression, et qu'elle était égale à celle qu'on aurait eue en plaçant l'instrument sur la conduite près de la trompe. Par exemple, dans l'avant-dernière des expériences du tableau n<sup>o</sup>. IV, en comptant les distances à partir de l'extrémité de la conduite, et en se rappelant que la trompe est à 587 mètres de cette extrémité, on a pour les

Distances,	227;	267;	307;	347;	387	mèt.
Haut. manometr.	22,1;	26,6;	31,1;	35,9;	40,1	mill

40,1 millimètres est l'indication du manomètre fixé à la trompe: les autres nombres de la même ligne sont les indications du manomètre portatif; et en examinant la loi de ces indications, on conclut que si ce manomètre eût été porté sur la conduite à 386<sup>m</sup>,50, il eût aussi indiqué 40,1 millimètres, c'est-à-dire une hauteur pareille à celle qu'il avait sur la trompe. Ainsi, que le manomètre ait été placé sur la trompe ou sur la conduite près de la trompe, il aura donné une même valeur de  $H$ ; et  $H-h$ , tel que nous l'avons pris, peut être regardé comme exprimant la résistance.

Est-il aussi positif que  $\varphi h$  soit la hauteur due à la vitesse de sortie? Tout me porte encore à croire qu'il n'en diffère pas d'une quantité sensible, au moins dans les cas qui intéressent la pratique.  $h$  n'indique, strictement parlant, que la pression de l'air contre les parois de la conduite: cette pression est bien la mesure de la force élastique de l'air près l'orifice de sortie; mais l'air ne sort pas seulement en vertu de cette force, il sort encore en vertu de la vitesse déjà acquise dans la conduite; à tel point qu'au-delà de la conduite, le courant se continue en pleine atmosphère, bien qu'il n'y ait plus de pression exercée sur les parois; à tel point que, nous-mêmes, nous n'avons plus su où placer le manomètre, lorsque la conduite ne portait pas de buse, pour qu'il indiquât la vitesse de sortie; que nous l'avons porté à 20 mètres de son extrémité, pour qu'il donnât une hauteur significative, et qu'il est encore douteux que cette hauteur corresponde à la vitesse; à tel point que dans le fusil à vapeur de Perkins, où la vitesse du fluide

est extrêmement grande, la pression sur les parois n'est pas, dit-on, assez forte pour repousser les balles qui sont fournies au canon par un tube perpendiculaire à sa direction. Mais, rentrant dans les faits présentés par notre conduite, faits qui se reproduisent certainement dans toutes les conduites des machines soufflantes ordinaires, je remarquerai que si j'avais commis une erreur sensible en regardant  $h$  comme produisant la vitesse de sortie, l'erreur serait d'autant plus considérable que la buse serait d'un plus grand diamètre par rapport à celui de la conduite. Or, il suffit de jeter un simple coup-d'œil sur les tableaux des valeurs du coefficient de la résistance, valeurs déterminées dans la supposition que  $\varphi h$  est la hauteur due à la vitesse de sortie, pour voir que la différence dans le diamètre des buses n'en a produit aucune, en un sens déterminé, dans mes estimations: ainsi, dans la conduite de 0<sup>m</sup>,10 de diamètre, la buse de 0<sup>m</sup>,05 a donné moyennement 0,0222 et celle de 0<sup>m</sup>,03 a donné 0,0221; dans la conduite de 0<sup>m</sup>,05, la buse de 0<sup>m</sup>,03 a indiqué 0,0232, et celle de 0<sup>m</sup>,02 a indiqué 0,0248. Qu'on compare, dans les tableaux de nos expériences, les valeurs de  $h$  données par l'observation et celles déduites de notre formule, on n'y verra pas en somme des différences plus grandes lorsque l'air de l'orifice de la buse a été les 0,73 de celui de la conduite, que lorsqu'il n'en a été que les 0,16 ou les 0,09 et même les 0,04. Le fait est positif.

Au reste, je suis loin de prétendre et même de croire avoir établi une théorie ou formule exacte et complète de la résistance: j'espère que d'autres en donneront par la suite une plus ri-

goureuse et plus générale, et je m'estimerai heureux si mes expériences leur fournissent quelques moyens à cet effet.

Expression de la vitesse en fonction de H.

45. La valeur de  $h$  (n°. 42), mise dans l'expression de la vitesse  $367 \sqrt{h \frac{T}{b+h}}$  (n°. 34), donnera pour expression en fonction de  $H$ , toute réduction faite,

$$= 2901 \sqrt{\frac{HD^5}{Ld^4 + 62,5 \frac{b+h}{T} D^5}}$$

Nous avons dit que dans le facteur  $b+h$  on mettrait pour  $h$  une valeur prise par estimation. Mais on peut encore dans la pratique faire disparaître tout le facteur  $\frac{b+h}{T}$ , variable dans une même conduite, et cela sans que son élimination ou plutôt sa conversion en une quantité constante donne une erreur tirant à conséquence.

Qu'il s'agisse d'un ventilateur dans les mines, portant une longue conduite;  $h$  y sera au-dessous de 0<sup>m</sup>,01, et il peut être négligé, sauf à faire une légère augmentation dans la valeur de  $b$ , c'est-à-dire dans le terme moyen du baromètre convenable à la localité:  $T$  sera donné par la température moyenne dans cette même localité; et généralement, pour un ventilateur, on peut prendre 45 D<sup>5</sup> pour le dernier terme du dénominateur dans le radical; ce terme n'influe guère que par sa racine carrée dans la valeur de  $v$ ; il y influe très-peu étant fort petit par rapport à  $Ld^4$ , dans les longues conduites; et, dans les très-longues, il peut même être négligé.

Voyons ce qu'il sera généralement dans nos usines métallurgiques.

Dans ces usines,  $h$  ne varie que de 0<sup>m</sup>,02 à 0<sup>m</sup>,08

Sa<sup>o</sup> valeur, dans nos feux de forge de diverses espèces, ne varie que de . . . . . 0<sup>m</sup>,02 à 0<sup>m</sup>,04

Dans les hauts-fourneaux à charbon de bois, de . . . . . 0<sup>m</sup>,04 à 0<sup>m</sup>,06

Dans les très-hauts-fourneaux à *coak*, de . . . . . 0<sup>m</sup>,06 à 0<sup>m</sup>,08

La hauteur du baromètre variera de 0<sup>m</sup>,76 à 0<sup>m</sup>,70; car au-dessus de 800 mètres d'élévation au-dessus de la mer, il y a peu d'usines.

Le thermomètre y sera à-peu-près entre 8 et 20°, et par conséquent  $T$  entre 1,032 et 1,08.

Ainsi, dans une grande usine de nos plaines, où l'on aurait  $b = 0,755$ ,  $h = 0,075$  et  $T = 1,06$ ,

le facteur  $\frac{b+h}{T}$  serait 0,78: dans une petite forge

de montagne, où  $b = 0,71$ ,  $h = 0,04$  et  $T = 1,04$ ,

il serait 0,72: en adoptant le facteur moyen 0,75, le terme qui le renferme deviendrait 47 D<sup>5</sup>.

L'erreur qui peut en résulter ne serait que de 3 à 4 centimètres dans la valeur du terme; mais

comme ce terme n'influe que peu dans la valeur du radical, que l'influence est encore affaiblie

par une extraction de racine, il n'est pas à craindre qu'il en résulte une erreur de plus

d'un centième dans l'expression de la vitesse, laquelle serait ainsi

$$v = 2901 \sqrt{\frac{AD^5}{Ld^4 + 47 D^5}} \text{ met}$$

46. Dans le cas où la conduite serait entièrement ouverte à son extrémité, c'est-à-dire qu'il n'y aurait point de buse, alors on aurait  $d = D$ ; et vu qu'il n'y a point de contraction de veine à l'orifice de sortie, on diviserait par 0,93 (n° 34), et l'on aurait,

$$V = 3120 \sqrt{\frac{HD}{L + 47D}} \text{ mètr.}$$

Expression  
de la dépen-  
se, en vo-  
lume.

47. Les expressions de la vitesse donneront celles de la dépense des conduites, en les multipliant par l'orifice de sortie  $\frac{\pi d^2}{4}$ ; appelant cette dépense  $Q$ , on aura généralement,

$$Q = 2279 \sqrt{\frac{HD^5}{L + 47 \frac{D^5}{d^4}}} \text{ met. cub.}$$

Cette quantité ou volume d'air débité serait à la densité que l'air a dans la conduite; on aurait le volume pour une densité correspondante à une hauteur barométrique quelconque  $b'$ , en multipliant l'expression ci-dessus par le rapport des deux densités,  $\frac{b+h}{b'}$ .

En poids.

48. Si l'on voulait la dépense exprimée en masse ou poids de l'air sorti, ce qui convient mieux aux comparaisons, on se rappellerait qu'un mètre cube d'air atmosphérique à 0° de température et 0<sup>m</sup>,76 de pression barométrique pèse 1,299 kilogrammes, et que, par conséquent,

à  $t^\circ$  et  $b+h$  de pression, il pèse 1,709  $\frac{b+h}{T}$  kil. : la masse ou poids  $P$  serait donc donné par

$$P = 3895 \frac{b+h}{T} \sqrt{\frac{HD^5}{L + 47 \frac{D^5}{d^4}}} \text{ kilogr.}$$

49. Dans le cas où la conduite serait entièrement ouverte à son extrémité, on aurait pour le volume d'air débité :

$$Q = 2450 \sqrt{\frac{HD^5}{L + 47D}} \text{ mètr.}$$

50. Appliquons cette formule aux expériences que M. Girard a faites sur les dépenses des conduites qui servent à l'éclairage de l'hôpital Saint-Louis, à Paris, les seules de ce genre qui soient parvenues à ma connaissance.

Comparai-  
son avec les  
expériences  
de M. Gi-  
rard.

Ici, l'on a  $H = 0^m,3383$  du manomètre à eau, ou  $0^m,002488$  du manomètre à mercure. Je donne, dans le tableau suivant, les résultats que j'ai obtenus, soit sans avoir égard à la contraction de la veine, soit en y ayant égard, c'est-à-dire soit avec 2450, soit avec 2279 pour coefficient.

CONDUITE		QUANTITÉ D'AIR D'APRÈS		
Diamètr.	Longueur.	l'expérience.	LE CALCUL	
			sans contrac-tion.	avec contrac-tion.
mèt.	mèt.	mèt. cub.	m. cub.	mèt. cub.
0,08121	129	0,0143	0,0197	0,0184
Id.	376	0,0086	0,0120	0,0110
Id.	623	0,0063	0,0091	0,0085
0,01579	6,58	0,0144	0,0142	0,0132
Id.	36,9	0,00580	0,00625	0,00581
Id.	37,5	0,00573	0,00620	0,00576
Id.	55,9	0,00512	0,00510	0,00474
Id.	56,8	0,00492	0,00506	0,00470
Id.	85,1	0,00410	0,00413	0,00384
Id.	86,1	0,00396	0,00412	0,00383
Id.	109,0	0,00328	0,00364	0,00338
Id.	111,2	0,00335	0,00363	0,00337
Id.	126	0,00307	0,00340	0,00316

Comparant les résultats de l'expérience à ceux du calcul, nous voyons :

1°. Que dans la conduite de 0<sup>m</sup>,08121, les premiers sont d'environ un tiers moins grands que les seconds ;

2°. Que dans la conduite de 0<sup>m</sup>,01579, il y a presque égalité : en somme, les résultats de l'expérience tiennent le milieu entre les deux résultats du calcul, ils ne diffèrent pas de  $\frac{1}{26}$  des uns et des autres. Pourrait-on en conclure qu'il y avait une contraction de veine, mais peu considérable, à l'entrée de la conduite ? Quoi qu'il en soit, on peut dire que les résultats du calcul sont, dans cet exemple, aussi concordans avec ceux de l'expérience qu'on peut le désirer.

Quant à ce qui concerne la conduite de 0<sup>m</sup>,0812, je suis porté à croire qu'il y a quelque erreur dans le diamètre ou un obstacle au mouvement qui aura diminué le produit obtenu.

51. Comparons encore notre formule de la dépense

$$Q = 2450 \sqrt{\frac{HD^5}{L + 47D}}$$

ou, en employant un manomètre à eau,

$$Q = 664 \sqrt{\frac{HD^5}{L + 47D}}$$

avec celles que l'on a données pour le mouvement de l'eau dans les conduites. Les principales sont celles de MM. Prony et Eytelwein. Dans les cas où les vitesses ne sont pas extrêmement petites,

Le premier donne,

$$Q = 21 \sqrt{\frac{HD^5}{L}} \quad (1),$$

et le second,

$$Q = 20,8 \sqrt{\frac{HD^5}{L + 54D}} \quad (2).$$

(1) *Recherches physico-mathématiques sur les eaux courantes.*

(2) *Annales des Mines*, tome XI, p. 444. L'auteur établit pour expression générale de la vitesse,

$$1,625 \sqrt{\frac{1}{2}g} \sqrt{\frac{54HD}{L + 54D}}$$

multipliant par la section de l'orifice  $\frac{\pi}{4} D^2$ , et mettant pour  $g$  sa valeur 9,8088 mèt., on a,

$$20,77 \sqrt{\frac{HD^5}{L + 54D}}$$

Comparaison avec la formule relative au mouvement de l'eau.

Ainsi, notre formule, aux coefficients numériques près, est exactement semblable à celle de M. Eytelwein. Elle le sera également à celle de M. de Prony, lorsque la longueur de la conduite sera très-grande par rapport au diamètre; et qu'on pourra en conséquence négliger le terme 54 D.

Dans une même conduite, sous même charge, les dépenses sont comme les coefficients; la dépense en air atmosphérique serait donc, dans ce cas, à la dépense en eau, comme 664 à 20,8, ou comme 31,9 à 1; elle serait comme 29,7 à 1, si l'on eût conservé le coefficient 2279: le rapport entre les racines carrées des densités spécifiques eût indiqué 28,3 à 1 (n°. 37). L'air éprouve-t-il proportionnellement une moindre résistance que l'eau? Au reste, la différence, bien que notable, n'est pas grande.

ART. II. *De la résistance des coudes.*

Nature de la  
résistance.

52. Toutes les fois qu'un corps en mouvement change, par la rencontre d'un obstacle, une direction qu'il avait déjà suivie, il perd une partie de sa vitesse (représentée, comme l'on sait, par sinus verse de l'angle formé par les deux directions). Ainsi, lorsque l'air suit un tuyau coudé, à moins que le coude ne soit parfaitement arrondi et que toutes les molécules fluides n'en prennent exactement la courbure, l'air perdra une partie de sa vitesse ou de sa force élastique. Si donc on place un manomètre immédiatement avant le coude, et un autre immédiatement après, leur différence devra indiquer la force perdue.

Mais nos instrumens étaient loin d'être assez sensibles pour donner de telles indications avec

quelque précision. Nous avons, en conséquence, rendu nos coudes très-forts; nous les avons multipliés, et nous avons placé deux manomètres avant et après ces coudes; nous avons comparé leur différence à celle qu'on avait eue en les adaptant à une conduite rectiligne, ayant à-peu-près même longueur, et présentant, autant que possible, les mêmes circonstances de mouvement. De cette manière, nous avons pu obtenir quelques aperçus sur les pertes de vent que les coudes peuvent occasioner dans les usines, mais nullement obtenir des données assez précises pour servir de base à une détermination de la résistance due aux coudes et à une formule qui exprimerait cette résistance avec quelque exactitude.

53. Le tableau suivant présente les résultats de la comparaison de quelques expériences portées au tableau N°. II avec celles qui leur étaient le plus analogues, dans le tableau N°. I. H représente toujours la hauteur manométrique au commencement et  $h$  à la fin de la conduite.

Lorsque la longueur de la conduite anguleuse tombait entre deux longueurs de la conduite rectiligne, comme dans la première comparaison ci-dessous, nous avons pris pour les valeurs de H et  $h$ , dans cette conduite rectiligne, les moyennes entre les deux valeurs données immédiatement par l'observation.

Considérations  
relatives à la  
pratique.

CONDUITE		MANOMÈTRES AVEC UNE BUSE DE						
		0 <sup>m</sup> ,03		0 <sup>m</sup> ,02		0 <sup>m</sup> ,01		
Dia- mètre.	Droite ou angulaire.	Lon- gueur.	H	h	H	h	H	h
m.	droite.	mét.	mil.	mil.	mil.	mil.	mil.	mil.
0,05	7 angles de 45°.	30 et 40	33	38	38	46	48	46
Id.	droite.	35	37	38	38	46	48	45,1
0,05	11 angles de 45°.	40	33	37	37	45	46	44,2
Id.	droite.	43	41	41	41	45	45	38,4
0,05	15 angles de 45°.	50 et 55	54	38	38	56	56	44
Id.	droite.	53	»	47	47	54	54	46
0,0235	15 angles de 45°.	52,6	»	62	62	»	»	»
Id.	droite.	35,5	»	62	62	»	»	»
0,0235	7 angles de 90°.	40 et 50	»	51	51	»	»	13,5
Id.	droite.	44	»	51	51	»	»	12,2
0,0235	11 angles de 90°.	50,5	»	51	51	»	»	»
Id.	droite.	52,4	»	48,7	48,7	»	»	»

Eau  
dépensée  
en une  
seconde.

m. cub.  
0,027  
0,026  
0,027  
0,027  
0,027  
0,028  
0,020  
0,022  
0,022  
0,022

Le propriétaire d'usines, se bornant à considérer ces comparaisons sous le point de vue économique, verrait ici deux sortes de conduites, les unes droites et les autres très-angulaires, auxquelles on a appliqué une même force (même quantité d'eau), et en représentant par 100 la quantité d'air fournie par les premières, il trouverait, ainsi qu'il suit, le produit des secondes:

	Buse de		
	0 <sup>m</sup> ,03	0 <sup>m</sup> ,02	0 <sup>m</sup> ,01
Pour la conduite de 0 <sup>m</sup> ,05 de diamètre, à			
7 angles de 45° . . . . .	75	82	99
11 angles pareils . . . . .	75	86	»
15 angles pareils . . . . .	73	88	»
Pour la conduite de 0 <sup>m</sup> ,0235, à			
7 angles de 90° . . . . .	»	75	»
11 angles pareils . . . . .	»	83	»
15 angles pareils . . . . .	»	80	»

Non sans quelque surprise, il remarquerait que le déchet éprouvé n'augmente pas avec le nombre d'angles, et qu'il n'est pas plus grand pour 15 que pour 7 angles.

Mais il verrait que ce déchet est d'autant moindre que la buse est plus petite, ou, ce qui revient au même, que la conduite est d'un plus grand diamètre par rapport à celui de la buse; lorsque le rapport est de 5 à 2, le déchet n'est que de 10 à 15 pour 100; il est de 25 lorsque les diamètres sont comme 5 à 3.

En réfléchissant sur la nature de la résistance et sur la force tout-à-fait inusitée des coudes ici employés, il pourra conclure qu'en arrondissant bien les coudes qu'il serait forcé de faire faire à

ses conduites, et en augmentant même un peu leur diamètre dans la partie coudée, il peut, sinon prévenir tout déchet, du moins faire qu'il ne soit jamais d'un à deux centièmes.

Considérations théoriques.

54. Après avoir fourni quelques données à la pratique, je pourrai aussi offrir au physicien quelques résultats, qui ne sont pas, ce me semble, dénués de tout intérêt : ce sont ceux que donnent les expériences faites comparativement avec le manomètre à eau à l'extrémité des deux conduites de  $0^m,0235$  de diamètre sous divers degrés de pression ou diverses quantités d'eau motrice; elles sont rapportées à la fin des tableaux Nos. I et II.

Au-delà du manomètre extrême, nous avons, en guise d'ajutage, un tube de  $1^m,80$  de long et de même diamètre que la conduite (n<sup>o</sup>. 14). D'après l'ensemble de nos observations, il produisait, quant à l'élévation de ce manomètre, exactement le même effet que la buse de  $0^m,02$ , et par conséquent l'indication manométrique ne peut différer que très-peu de celle à laquelle serait due la vitesse de sortie et même la vitesse de l'air dans la conduite.  $h$  sera cette indication,  $H$  celle du manomètre à l'origine, et par suite  $H - h$  sera la résistance; je rappellerai que la conduite brisée présente 15 angles de  $90^\circ$ , et qu'elle a  $52^m,4$  de long; la conduite droite en a 50,6.

Eau dépensée en une seconde.	MANOMÈTRE.				$H - h$	
	H		h		H	
	Cond. droite.	Cond. brisée.	Cond. droite.	Cond. brisée.	Cond. droite.	Cond. brisée.
m. cub.	mil.	mil.	mil.	mil.		
0,015	22,6	23,5	0,80	0,63	0,965	0,973
0,018	36,5	32,1	1,26	0,80	0,965	0,975
0,022	51,0	48,3	1,70	1,26	0,967	0,974
0,025	55,0	52,8	1,92	1,36	0,965	0,974
0,028	62,3	62,3	2,06	1,53	0,967	0,975

On voit dans ces expériences :

1<sup>o</sup>. Que les hauteurs  $h$  croissent à très-peu près comme les hauteurs  $H$ ;

2<sup>o</sup>. Que les résistances croissent dans les deux conduites exactement comme les forces ou pressions motrices  $H$  : la constance des rapports, portés aux deux dernières colonnes, le prouve.

3<sup>o</sup>. Que les résistances, croissant aussi à très-peu près comme les valeurs de  $h$ , seront proportionnelles aux carrés des vitesses;

4<sup>o</sup>. Que les valeurs moyennes de  $h$ , dans les deux conduites, étant entre elles comme 100 à 72, les quantités d'air écoulées seront comme 100 à 85. Ainsi, le déchet dû aux quinze coudes ou plutôt aux quinze angles vifs de  $90^\circ$  sera de 15 pour 100.

55. Cherchons à aller plus avant et à voir si nous ne pourrions pas déduire de nos expériences, au moins approximativement, une formule générale de la résistance due aux coudes.

Du Buat, auquel nous sommes redevables de

tout ce que nous savons sur l'effet des coudes dans les conduites d'eau, a établi, par des expériences précises, que la résistance provenant des coudes est proportionnelle au carré de la vitesse du fluide et aux carrés du sinus des angles d'incidence et réflexion du filet central; naturellement, lorsque ces angles étaient égaux, la résistance était proportionnelle à leur nombre.

Voyons ce que nos expériences nous apprennent sur ces divers objets dans le mouvement de l'air.

Je remarquerai d'abord que la différence entre les deux hauteurs des manomètres placés aux deux extrémités d'une conduite coudée exprimait la résistance totale, tant celle due à l'action des parois que celle due aux coudes. Pour savoir la part qui revenait à chacune, j'ai calculé la première d'après la formule précédemment exposée (n<sup>o</sup>. 40), en faisant comme si j'avais à déterminer la résistance d'une conduite rectiligne d'une longueur égale à celle de la conduite coudée; je la retranchais de la résistance totale, et j'avais la résistance uniquement due aux coudes. Dans le calcul de la résistance des parois, j'ai admis, pour chaque conduite et chaque buse, le coefficient que l'expérience m'avait indiqué lui convenir, et qui est porté au bas des colonnes respectives des tableaux donnés au n<sup>o</sup>. 39 : de cette manière, l'effet de toute erreur qui avait pu être commise dans l'estimation des diamètres, tant des conduites que des buses, disparaissait, et j'ai pu me servir des expériences faites avec la buse de 0<sup>m</sup>,01 de diamètre.

Après avoir obtenu les résistances dues aux coudes, j'ai examiné le rapport qu'il y a entre

elles et les vitesses; les angles de coude étant les mêmes, ce rapport est indiqué dans le tableau suivant; nous y avons réuni par des accolades les termes comparés entre eux et formant autant de séries.

J'ai ensuite cherché à comparer les résistances avec les sinus des angles, après avoir réduit les résistances à ce qu'elles seraient sous une même vitesse, d'après le principe qu'elles sont proportionnelles aux carrés des vitesses. Ce rapport des résistances aux vitesses est marqué dans les deux dernières colonnes du tableau : on en a deux séries, une pour chacune des deux conduites; le nombre relatif à la résistance se rapporte à la résistance notée sur la même ligne horizontale.

CONDUITE		RÉSISTANCE		RÉSISTANCE RÉDUITE		RÉSISTANCE RÉDUITE	
D <sup>m</sup>	h <sup>m</sup>	R	V	R/V	R/V	R/V	R/V
0,01	0,01	0,01	0,01	1,00	1,00	1,00	1,00
0,01	0,02	0,04	0,02	2,00	2,00	2,00	2,00
0,01	0,03	0,09	0,03	3,00	3,00	3,00	3,00
0,01	0,04	0,16	0,04	4,00	4,00	4,00	4,00
0,01	0,05	0,25	0,05	5,00	5,00	5,00	5,00
0,01	0,06	0,36	0,06	6,00	6,00	6,00	6,00
0,01	0,07	0,49	0,07	7,00	7,00	7,00	7,00
0,01	0,08	0,64	0,08	8,00	8,00	8,00	8,00
0,01	0,09	0,81	0,09	9,00	9,00	9,00	9,00
0,01	0,10	1,00	0,10	10,00	10,00	10,00	10,00
0,01	0,11	1,21	0,11	11,00	11,00	11,00	11,00
0,01	0,12	1,44	0,12	12,00	12,00	12,00	12,00
0,01	0,13	1,69	0,13	13,00	13,00	13,00	13,00
0,01	0,14	1,96	0,14	14,00	14,00	14,00	14,00
0,01	0,15	2,25	0,15	15,00	15,00	15,00	15,00
0,01	0,16	2,56	0,16	16,00	16,00	16,00	16,00
0,01	0,17	2,89	0,17	17,00	17,00	17,00	17,00
0,01	0,18	3,24	0,18	18,00	18,00	18,00	18,00
0,01	0,19	3,61	0,19	19,00	19,00	19,00	19,00
0,01	0,20	4,00	0,20	20,00	20,00	20,00	20,00

CONDUITE.		Dia- mètre de la buse.	MANOMÈRE sur la conduite.		RÉSISTANCES		Vitesse dans la con- duite.	ANGLES de coude.		Somme des si- nus de réflex.	A même coude, rapport entre		A même vitesse, rapport entre	
Dia- mètre.	Lon- gueur.		H	h	totale (H-h)	due aux coudes.		Non- Gran- deur.	degr.		Résist.	Vitesse.	Résist.	Sinus.
mét.	mét.	m.	mil.	mil.	mil.	mil.	mil.	de 135						
0,05	35	0,03	37,4	6,00	31,4	12,6	18,8	1 de 135		5,93	1,37	1,33	1,00	
Id.	Id.	0,02	36,4	17,1	21,5	7,6	13,7	6 de 45			1,00	1,00	1,00	
Id.	Id.	0,01	47,8	45,1	2,7	2,0	0,7				5,5	5,4	1,33	
Id.	43,1	0,03	41,4	5,33	36,1	13,8	22,3	1 de 135		9,62	2,9	2,7	1,63	
Id.	Id.	0,02	40,5	18,5	22,0	10,1	11,9	10 de 45			1,0	1,0		
Id.	Id.	0,01	44,6	38,4	6,2	2,1	4,1				7,1	2,8	2,14	
Id.	53,0	0,03	46,9	4,27	42,6	13,6	29,0	1 de 135		14,24	6,0	2,7	1,98	
Id.	Id.	0,02	41,4	4,0	37,4	12,8	24,6	15 de 45			4,3	2,5	1,26	
Id.	Id.	0,02	46,9	17,6	29,3	11,8	17,5				1,0	1,0		
Id.	Id.	0,01	53,7	46,5	7,2	3,1	4,2				2,5	1,5	1,0	
0,0235	27,2	0,02	48,7	2,4	46,3	35,7	10,6	3 de 90		2,12	1,0	1,0	1,0	
Id.	Id.	0,01	49,2	17,1	32,1	27,9	4,2				2,2	1,4	2,3	
Id.	35,5	0,02	50,5	1,67	48,8	32,8	16,0	7 de 90		4,95	1,0	1,0	1,0	
Id.	Id.	0,01	49,6	13,5	36,1	28,8	7,3				3,1	1,3	3,7	
Id.	44	0,02	50,1	1,33	48,8	32,4	16,4	11 de 90		7,78	1,0	1,0	1,0	
Id.	Id.	0,01	49,6	12,2	37,4	32,2	5,2	15 de 90		10,60	1,0	1,0	1,0	
Id.	52,4	0,02	48,7	1,10	47,6	31,9	15,7						2,6	

Nous voyons par les faits portés à ce tableau :  
1°. En ce qui concerne le rapport des résistances aux vitesses,

Que dans la conduite de 0<sup>m</sup>,05, les résistances croissent dans un rapport plus grand que celui des vitesses, et qui approche moyennement de leur carré ;

Que dans la conduite de 0<sup>m</sup>,0235, il dépasse le carré, et,

Par suite, nous pourrions admettre que la résistance due aux coudes est aussi proportionnelle au carré de la vitesse du fluide.

2°. En ce qui concerne le rapport de la résistance aux sinus de l'angle de coude, ou plutôt de l'angle de réflexion (lequel est moitié du supplément de l'angle du coude) ;

Que là où nous voyons égalité de vitesse et du nombre d'angles, la résistance est, terme moyen, à peu près proportionnelle au carré du sinus de l'angle de réflexion. Ainsi, dans les deux cas où la vitesse est de 10<sup>m</sup>,4 et le nombre d'angles de 7, la résistance est comme le sinus élevé à la puissance 2,3 ; dans les deux cas où la vitesse est de 13<sup>m</sup>,1 (ou 15<sup>m</sup>,2), et le nombre d'angles 11, le rapport est celui du sinus élevé à la puissance 1,7.

3°. En ce qui concerne le rapport entre la résistance et le nombre d'angles de même grandeur.

J'ai vu avec étonnement que les résistances étaient loin de croître proportionnellement au nombre de coudes, et il me semble que je ne me suis pas trompé dans mes estimations. Après avoir ramené les résistances à ce qu'elles seraient

si la vitesse était la même, on voit, par l'avant-dernière colonne du tableau, qu'elles croissent d'abord avec le nombre des angles; quoique dans un moindre rapport; puis, qu'elles croissent moins rapidement; enfin qu'elles décroissent lorsque le nombre d'angles augmente encore. Cette espèce de paradoxe ne serait-il pas de même nature que celui que présente également le mouvement des projectiles dans un milieu résistant? Au-delà d'une certaine limite, la portée ou amplitude du jet diminue, quoique la force de projection augmente encore: l'obstacle au mouvement, la résistance de l'air atmosphérique, croît encore ici à-peu-près comme le carré de la vitesse.

Ce phénomène serait en conséquence d'autant plus marqué que les conduites seraient plus résistantes ou d'un plus petit diamètre, toutes choses égales d'ailleurs; il sera par suite plus marqué sur la conduite de  $0^m,0235$  que sur celle de  $0^m,05$ . Dans la première, nous voyons les résistances, tant la résistance totale que les résistances partielles, rester à-peu-près les mêmes, quoique la longueur augmente dans le rapport de 35 à 54 mètres, et le nombre d'angles de 7 à 15. Au reste, le calcul montre la cause de cette permanence: la résistance augmente comme les longueurs des conduites; ainsi, dans les trois dernières stations, comme les nombres 35, 44, 52 mètres: mais elle suit aussi le rapport du carré des vitesses ou à très-peu-près le rapport des hauteurs manométriques  $h$ ; ainsi, dans ces trois mêmes stations, avec la buse de  $0^m,02$  de diamètre, elle décroîtra comme les nombres 1,67, 1,33 et 1,10: le rapport composé de ces deux

sortes de rapports, c'est-à-dire la suite des résistances présentera les trois termes  $58 \frac{1}{2}$ , 59 et 57, qui sont presque égaux.

56. D'après ce que nous venons de voir, il nous est impossible de présenter, à l'aide de nos expériences, une formule exprimant la résistance due aux coudes d'une conduite, même d'une manière approximative. Indépendamment des considérations que je viens de présenter, et qui me paraissent rendre la solution de la question assez difficile, les observations manométriques ne seront jamais assez exactes pour servir à cette solution: il faudrait, à l'aide de gazomètres, jauger les quantités d'air sortant des deux conduites, l'une rectiligne, l'autre coudée, et égales sous tous les autres rapports; de la différence dans les quantités on déduirait la différence dans les vitesses et par suite dans les résistances.

Si toutefois on voulait se contenter d'un simple aperçu, en se basant sur celles de nos expériences qui approchent le plus de cas usités dans la pratique, on pourrait admettre, pour expression de la résistance due aux coudes, cette résistance étant mesurée par la hauteur d'une colonne de mercure,

$$0,00002v^2 S^2 \text{ mètres,}$$

$v$  étant la vitesse de l'air dans la conduite et  $S$  la somme des carrés des sinus des angles de réflexion.

Puisque  $v = V \frac{d^2}{D^2}$ ,  $V$  exprimant la vitesse de sortie, on aura encore,

$$0,00002 S^2 V^2 \frac{d^4}{D^4}.$$

Mais, je le répète, ce n'est là qu'une expression très-hasardée, et nos expériences montrent qu'elle ne peut être généralisée.

ART. III. *Résistance due aux étranglemens.*

57. N'ayant pas fait, à l'occasion de l'établissement du ventilateur aux mines de Rancié, des observations relatives à la résistance due aux étranglemens, objet sur lequel mes expériences gazométriques jettent d'ailleurs quelque lumière, je me bornerai à des observations générales sur ce qui sera absolument nécessaire pour mettre à même d'apprécier l'effet des étranglemens, et ne pas laisser une lacune trop sensible dans cette espèce de traité sur les résistances que l'air éprouve en se mouvant dans des conduites.

Dans les usines, on évite avec soin tout étranglement provenant d'une disposition d'après laquelle l'air aurait à traverser un passage plus étroit que celui des tuyaux de la conduite. Mais on ne peut éviter celui qui a naturellement lieu toutes les fois que l'air entre dans un tuyau d'un plus petit diamètre que celui qu'il venait de parcourir, et on emploie de petits tuyaux lorsqu'on a à *brancher* sur une conduite principale une conduite menant de l'air à quelque *feu* particulier. A l'entrée de cette dernière conduite, l'air éprouve une contraction qui en diminue en quelque sorte l'orifice, et produit ainsi un étranglement de même genre que celui auquel donnerait lieu une diminution réelle dans le diamètre.

Examinons l'effet d'une telle diminution en général.

58. Lorsque l'eau sort d'un vase par un orifice percé en mince paroi, la veine fluide se con-

tracte et prend la forme d'un tronc de cône très-court; l'écoulement a exactement lieu comme si à l'orifice réel, la grande base du tronc, on eût substitué la petite. Il en est de même de l'air; on a fait passer par un orifice de la fumée, c'est-à-dire un courant d'air chargé de molécules qui le rendaient visible, et l'on a aussi vu la veine éprouver une contraction physique.

Soit  $m$  le coefficient de contraction, c'est-à-dire le rapport entre les deux bases du tronc de cône ou entre l'orifice réel et l'orifice effectif: soit, de plus, une conduite dont  $D$  est le diamètre, et dans laquelle on a placé un diaphragme ou platine percée d'un orifice ayant  $\Delta$  pour diamètre: celui de la buse étant toujours  $d$ , la vitesse de sortie étant  $V$ , et la hauteur manométrique correspondante étant  $h$ . L'orifice par lequel le courant d'air traversera la platine ne sera plus  $\frac{\pi}{4} \Delta^2$ , mais  $\frac{\pi}{4} m \Delta^2$ ; et la vitesse du courant sera  $V \frac{d^2}{m \Delta^2}$ ; celle de l'air dans le reste du tuyau sera  $V \frac{d^2}{D^2}$  (n°. 34). S'il n'y eût point eu de contraction, il eût suffi, en tête du tuyau, d'une force capable de produire cette dernière vitesse; mais, vu la contraction, il en faudra une propre à produire la vitesse plus grande  $V \frac{d^2}{m \Delta^2}$ , si l'on veut que celle de sortie soit toujours  $V$ . Or, la force ou hauteur manométrique due à cette dernière vitesse étant  $h$ , et les hauteurs étant comme les carrés des vitesses, la hauteur due à la vitesse à l'orifice étranglé sera  $h \frac{d^4}{m^2 \Delta^4}$ ; celle

qui eût été nécessaire sans l'étranglement eût été  $h \frac{d^4}{D^4}$  : ainsi, l'excès de force ou la résistance qu'il a occasionnée sera,

$$h d^4 \left( \frac{1}{m^2 \Delta^4} - \frac{1}{D^4} \right).$$

L'expression de la résistance due à l'action des parois devra être augmentée de cette quantité.

59. Dans le cas où la contraction aurait simplement lieu à l'entrée du tuyau dont le diamètre est  $D$ , et sans qu'aucun obstacle étranger se trouvât à cette entrée, alors on aurait  $m=0,93$  et  $\Delta = D$  : ainsi, l'expression de la résistance deviendrait  $0,156 h \frac{d^4}{D^4}$ .

60. Réunissant nos trois sortes de résistances, et se rappelant (n°. 56) que celle due à l'effet de coudes a été représentée par

$$0,00002 S^2 V \frac{d^4}{D^4},$$

ce qui revient à très-peu-près à

$$3,6 h S^2 \frac{d^4}{D^4},$$

on aura,

$$H - h = h d^4 \left\{ \frac{0,016 L T}{D^5 (b+h)} + \left( \frac{1}{m^2 \Delta^4} - \frac{1}{D^4} \right) + 3,6 \frac{S^2}{D^4} \right\}.$$

La valeur de  $h$ , déduite de cette équation et mise dans l'expression  $289 d^2 \sqrt{h \frac{T}{b+h}}$ , donnerait la quantité d'air écoulée.

## CHAPITRE IV.

## APPLICATION DU RÉSULTAT DES EXPÉRIENCES A LA DÉTERMINATION DU PRODUIT DES MACHINES SOUFFLANTES.

61. Après avoir établi, d'après nos expériences, les lois du mouvement de l'air dans les conduites et les formules qui les expriment, faisons concourir ces déterminations à la solution du problème général sur les machines soufflantes, problème qui se réduira en définitive à ceci : *étant donnée l'espèce de machine à employer, la force qui lui sera appliquée et les dimensions de la conduite qui portera l'air à un point déterminé, assigner la quantité d'air qui y sera fournie dans l'unité de temps.*

De la première donnée, l'espèce de la machine, on conclura d'abord le rapport qu'il doit y avoir entre la force du moteur employé et l'effet (soufflant) produit. Fixons la manière d'exprimer les deux termes du rapport, la force et l'effet.

62. La force ou quantité d'action dynamique que peut développer un moteur quelconque est généralement et exactement représentée par une masse d'un certain poids élevée à une certaine hauteur dans une seconde de temps, ou, ce qui revient au même pour un courant d'eau, par la masse d'eau tombée d'une certaine hauteur en une seconde.

Soient :

$M$  cette masse ou poids élevé ou tombé,  
 $C$  la hauteur de l'élevation ou de la chute,  
 $MC$  sera l'expression de la force.

Expression  
de la force  
du moteur.

Expression  
de l'effet de  
la machine  
soufflante.

63. L'effet d'une machine soufflante en général est représenté, d'une manière analogue, par la masse ou le poids de l'air soufflé en une seconde, censé élevé à la hauteur due à la vitesse avec laquelle il sort de la machine, c'est-à-dire multiplié par cette hauteur.

Le poids de l'air émis sera donné par le volume de cet air multiplié par le poids d'un mètre cube du même fluide; et le volume est égal, ainsi que l'on sait, au produit de l'air de l'orifice par la vitesse de sortie.

Si H est la hauteur du manomètre sur la machine, l'air étant censé en sortir immédiatement, la hauteur due à la vitesse sera  $\varphi H$ ,  $\varphi$  étant le rapport de la densité du fluide manométrique à celle de l'air sortant.

Ainsi, et d'après ce qui a été dit (nos. 34, 47 et 48), conservant les dénominations déjà employées, le produit des quatre facteurs exprimant l'effet sera,

$$\frac{\pi}{4} d^2 \times 367^m,4 \sqrt{H \frac{T}{b+H}} \times 1^{\text{kil.}},709 \frac{b+H}{T} \times 7955^{\text{mèt.}} \frac{T}{b+H} H,$$

ou  $3922900 d^2 H H^{\frac{1}{2}} \sqrt{\frac{T}{\varphi+H}}$  kil. élevés à 1 mètre en 1".

Supposons maintenant qu'une conduite soit adaptée à la machine soufflante, et que  $h$  soit la hauteur du manomètre placé à son extrémité: la hauteur due à la vitesse de sortie ne sera plus  $\varphi H$  mais  $\varphi h$ , et  $h$  devra être substitué à H dans l'expression de la vitesse, et par suite de la masse

d'air sortie. Mais l'effort ou pression  $\varphi h$ , employé à faire sortir cette masse, devra être augmenté de l'effort employé à vaincre la résistance, lequel est  $\varphi (H - h)$ ; ainsi l'effort à admettre, dans l'expression de l'effet, restera toujours  $\varphi H$ : effectivement, la force qui agit pour pousser et mouvoir la masse d'air dans la conduite est H et non  $h$ .

Par suite, l'expression de l'effet sera,

$$3922900 d^2 H h^{\frac{1}{2}} \sqrt{\frac{T}{b+H}}.$$

J'ai été conduit encore à la théorie d'après laquelle  $H h^{\frac{1}{2}}$  a été substitué à  $H H^{\frac{1}{2}}$  dans l'expression de l'effet, par des considérations sur l'effet direct des machines soufflantes à piston; et elle me paraît entièrement exacte.

L'expression ci-dessus peut être donnée, soit en fonction de H exclusivement, soit en fonction de  $h$ , à l'aide du *facteur de la résistance* (n°. 42), qui exprime le rapport entre ces deux quantités. Ainsi, en fonction de  $h$ , on aura,

$$3922900 d^2 h^{\frac{3}{2}} \left\{ 0,016 \frac{L d^4 T}{(b+h) D^5} + 1 \right\} \sqrt{\frac{T}{b+h}}.$$

$h$  a été substitué à H, ou plutôt à  $\frac{H+h}{2}$  sous le radical, et nous avons remarqué (nos. 34, 38 et 39) qu'il ne saurait résulter d'erreur sensible de cette substitution.

64. La force et l'effet étant exprimés, quel sera le rapport de l'un à l'autre? Ce rapport varie non-seulement dans chaque sorte de machine, mais encore dans chaque machine d'une même espèce, selon qu'elle est plus ou moins compli-

Rapport entre la force et l'effet dans nos diverses espèces de ma-

chines soufflantes.

quée et plus ou moins bien construite ou disposée : ainsi, la question n'est pas susceptible de solution générale. Cette solution, même pour des machines fort simples, prise dans la rigueur mathématique, c'est-à-dire donnant l'effet en fonction de la force motrice, est très-difficile ; elle constitue, en quelque sorte, toute la mécanique technologique, et nos connaissances sur cet objet sont très-peu avancées.

Toutefois, en suivant la méthode généralement usitée dans la pratique, d'indiquer, par un nombre simple, de combien de fois, dans une machine donnée, l'effet utile est plus petit que la force employée à le produire, nous allons présenter quelques aperçus sur la valeur de ce nombre dans les machines soufflantes.

Celles dont on fait usage, soit dans les mines comme ventilateurs, soit dans les usines pour y activer les feux, peuvent se diviser, dans l'état actuel de l'art, en

Soufflets à pistons,

Soufflets hydrauliques,

et Trompes.

Les premières, les plus fortes comme les plus communes, sont mues par des machines à vapeur ou par des roues hydrauliques.

65. Dans les soufflets mus par la vapeur, sans aller rechercher la force que peut développer une certaine quantité de combustible, ni même celle de la vapeur à une température donnée, nous prendrons directement pour expression de la force la charge barométrique des pistons poussés directement par la vapeur, multipliée par leur vitesse ou élévation en une seconde. Cette force est quelquefois transmise aux pistons des cylin-

dres soufflans par le simple intermédiaire d'un balancier : alors, la perte ou le déchet qu'elle éprouve ne peut être que fort petit. Mais souvent aussi la transmission du mouvement se fait par des engrenages, manivelles, bielles, etc., qui absorbent une partie de l'action motrice ; de sorte qu'on peut bien estimer à un tiers la perte de force. De plus, les pistons des cylindres soufflans, quoique garnis et disposés avec plus de soin que ceux des autres soufflets, laissent toujours échapper un peu d'air ; et, en somme, j'admettrai que l'effet utile est moitié de la force de la machine à vapeur.

Cette réduction de la force à l'effet est celle que M. de Prony a admise, après une suite d'expériences qu'il a faites, avec un soin tout particulier, de concert avec M. l'ingénieur Mallet, sur une très-bonne machine à haute pression, établie au Gros-Caillou à Paris, et nouvellement construite par M. Edwards. Je remarquerai même que l'effet réellement utile de cette machine, la masse d'eau élevée multipliée par la hauteur de l'élévation, n'a pas été le tiers de la force employée ; cet effet n'était exprimé que par 845 kil. élevés à 1 mètre en une seconde, tandis que la force l'était par 2922 (1).

66. Dans les soufflets mis en jeu par les roues hydrauliques, nous distinguerons le cas des roues à augets recevant l'eau par-dessus, et celui des roues à aubes recevant l'eau par-dessous, ou, pour parler plus exactement, nous distinguerons le cas où les roues sont mues par le poids de

(1) *Annales des Mines*, tome XII, p. 64 et 72.

l'eau de celui où elles le sont par le choc du fluide.

Les premières, dans leur meilleure disposition, ne prennent guère que les deux tiers de l'action du moteur; mais comme elles n'ont que bien rarement ce *maximum* de perfection, et que, de plus, une partie de l'action prise est absorbée par les frottemens, les chocs des comes, l'inertie des masses à mouvoir, le poids des pistons, lesquels ne sont jamais complètement équilibrés, je crois devoir réduire de moitié l'action reçue par la roue, et ne prendre pour l'effort soufflant que le tiers de la force du moteur. Mes observations sur les machines à pistons ordinaires m'ayant en outre fait voir qu'elles perdent au moins le tiers de l'air aspiré, je ne pourrai fixer, pour l'usage habituel de la pratique, qu'à 4 est à 1 le rapport entre la force et l'effet.

Il ne serait que de 9 à 1, si la roue était mue uniquement par le choc de l'eau; ces sortes de roues, d'après les expériences de Smeaton, ne prenant pas même le tiers de l'action du moteur, et n'en prenant pas ainsi moitié des précédentes.

Dans le cas où les roues sont mues en partie par le poids et en partie par le choc, ce qui est le cas le plus fréquent dans la pratique, je suis dans l'usage d'estimer l'effet du choc à la moitié de l'effet du poids proportionnellement à la chute, et je réduis ainsi les deux effets en un seul.

67. Rarement les machines soufflantes sont-elles mues par des chevaux; dans le cas où il en serait ainsi, je crois qu'on pourrait, en estimant, avec le célèbre Watt, la force d'un cheval (*horse-power*) à 75 kilog. élevés à un mètre en une seconde (c'est la quantité que nous avons désignée

par MC), fixer à 3 : 1 le rapport entre la force et l'effet. Car, d'après mes observations sur les machines à molettes des mines, notamment sur celles de Freyberg, l'effet *utile* d'un cheval attelé à un manège pendant huit heures est d'élever de 30 à 40 kilog. à un mètre en une seconde (1); c'est moitié de l'effet dynamique donné par Watt: il faut, en outre, prendre en considération l'imperfection de la machine soufflante et la perte inévitable d'air.

68. Les soufflets hydrauliques que nous avons ici en vue sont ceux où l'eau fait l'office de piston; piston immobile à la vérité, le corps de pompe, ou la portion de la machine qui en tient lieu, étant la seule partie en mouvement. Parmi ces soufflets, nous comprendrons les cloches renversées, montant et descendant dans une cuve pleine d'eau, comme les gazomètres, et les *machines soufflantes à tonneau*, si convenables aux petits feux de forge et dont j'ai donné ailleurs la description (2). Les frottemens, ainsi que les pertes d'air, sont nuls dans ces soufflets; j'établirai en conséquence 5 : 1 pour le rapport entre la force et l'effet lorsque la roue motrice recevra l'action du poids de l'eau; et 7 : 1 lorsqu'elle la recevra du choc.

69. Enfin, dans les trompes, d'après les observations de MM. Tardy et Thibaud, ainsi que d'après celles que M. Marrot et moi avons faites

(1) Deux chevaux attelés à une machine à molettes élèvent en huit heures, et d'une profondeur de 198 mètres, vingt tonnes de minerai, pesant, en minerai seulement, de 5 à 6 quintaux métriques chacune. (*Des mines de Freyberg en Saxe et de leur exploitation*, tome I, p. 223.)

(2) *Annales des Mines*, tome IX.

sur la trompe du ventilateur de Rancié, et que je donnerai dans un mémoire particulier à cette machine, le rapport peut être convenablement fixé, pour une trompe bien faite et agissant entre les limites du travail auquel elle est destinée, à 10 : 1.

70. Résumant ce que nous venons de dire sur le rapport de la force à l'effet utile dans les diverses machines soufflantes, nous le donnerons pour une :

Machine à pistons mue par la vapeur	2 : 1
Machine mue par une roue hydraulique sur laquelle l'eau agit par son poids	4 : 1
Pareille machine, l'eau agissant par le choc	9 : 1
Soufflet hydraulique, avec roue à chute supérieure	3 : 1
Même soufflet, avec chute infér. (choc)	7 : 1
Trompe	10 : 1

Solution du problème.  
Expression générale de la dépense.

71. Nommant A ce rapport, nous aurons entre la force et l'effet l'équation suivante :

$$MC = 3922900 A d^2 h^2 \left\{ 0,016 \frac{L d^4 T}{D^5 (b+h)} + 1 \right\} \sqrt{\frac{T}{b+h}}$$

d'où

$$h = \sqrt[3]{\frac{MC}{3922900 A d^2 \left\{ 0,016 \frac{4 d^4 T}{D^5 (b+h)} + 1 \right\} \sqrt{\frac{T}{b+h}}}} \quad (P)$$

Cette valeur, mise dans l'expression de la dépense (n°. 34), donnera, toute réduction faite,

$$Q = 7,26 \sqrt[3]{\frac{MCD^5}{A \left( L + 62,5 \frac{b+h}{T} \cdot \frac{D^5}{d^4} \right)}}$$

On mettra pour  $h$ , dans cette valeur de  $Q$ , une quantité prise approximativement; et si on voulait plus d'exactitude, cette valeur approximative serait mise dans le second membre de l'équation (P), et on résoudrait cette équation. On prendra également pour  $b$  et  $T$  des valeurs déduites de l'état moyen du baromètre et du thermomètre dans le lieu où est la machine, si l'on n'a pas exactement l'indication de ces deux instrumens au moment de l'observation.

Au reste, ici comme au n°. 45, et avec moins d'erreur encore, on peut substituer au facteur variable  $\frac{b+h}{T}$  le facteur constant  $0,75$  : là, l'erreur était dépendante de la racine carrée de la différence entre les deux sortes de facteurs; ici, elle ne dépendra plus que de la racine cubique, et sera en conséquence moindre : rarement sera-t-elle d'un centième dans l'estimation de la quantité d'air dépensée. On établira donc

$$Q = 7,26 \sqrt[3]{\frac{MCD^5}{A \left( L + 47 \frac{D^5}{d^4} \right)}} \text{ mètr. cub.}$$

72. Lorsque la conduite, ne portant pas de buse, sera entièrement ouverte à son extrémité, on aura,

$$Q = 7,80 \sqrt[3]{\frac{MCD^5}{A (L + 47 D)}} \text{ mètr. cub.}$$

L'air, dans ces valeurs de Q, est à la même densité que dans la conduite; si on voulait avoir le volume correspondant à une pression barométrique quelconque  $b'$ , on multiplierait les expressions ci-dessus par  $\frac{b+h}{b'}$ , ainsi que nous l'avons déjà remarqué (n°. 47).

De même, pour avoir la dépense en kilogrammes, on multiplierait ces mêmes expressions par  $1,709 \frac{b+h}{T}$  kil. : dans ces facteurs de réduction,  $h$  serait mis par approximation.

73. Je donne un exemple de l'application de la seconde formule du n°. 71.

Qu'il s'agisse de déterminer le produit d'une bonne machine soufflante à pistons, mue par une roue à augets bien disposée, et qu'on ait, dans cette localité, en

Eau motrice 0,28 mètr. cub. en  
 1'', ou . . . . . 280 kil. = M  
 Hauteur totale de la chute. . . . . 5<sup>m</sup> = C  
 Longueur de la conduite. . . . . 120<sup>m</sup> = L  
 Diamètre de la conduite. . . . . 0<sup>m</sup>,15 = D  
 Diamèt. de la buse qui la termine. 0<sup>m</sup>,5 =  $d$   
 On aura à très-peu-près. . . . . 4 = A.

Ces valeurs numériques, mises dans la formule susmentionnée, donneront pour la dépense en une seconde. . . . . 0,245 mètr. cub.

Au reste, vu l'incertitude qui régnera toujours dans la valeur de A, valeur qui varie, pour ainsi dire, du jour au lendemain, dans la même machine, les quantités d'air données par les formules des numéros 71 et 72 ne doivent être regardées que comme approximatives; mais ces approximations suffiront pleinement pour éclair-

rer et bien diriger les constructions à entreprendre, et, après tout, il n'en faut pas davantage à la pratique.

74. L'expression donnant la dépense peut encore servir à la solution de plusieurs autres questions relatives aux machines soufflantes : des six quantités, Q, L, D,  $d$ , M et C, cinq étant données, elle met à même de déterminer la sixième.

Qu'il s'agisse, par exemple, de déterminer la force (MC) du moteur à appliquer à une machine soufflante pour qu'elle fournisse un certain volume d'air à l'extrémité d'une conduite donnée, on aura,

$$MC = 0,002618 A Q^3 \left( \frac{L}{D^5} + \frac{47,2}{d^4} \right) \text{ kilog. élevés à 1 mètre.}$$

Qu'il s'agisse encore d'assigner le diamètre qu'il convient de donner à une conduite destinée à porter à une certaine distance un certain volume d'air avec une vitesse donnée V, la force motrice étant connue. On remarquera que l'ex-

Expression  
du diamètre  
des  
conduites.

pression générale de la dépense  $Q = \frac{\pi}{4} d^2 V$  fait connaître le diamètre de la buse lorsqu'on a la vitesse de sortie, et réciproquement, Q étant donné. Introduisant la valeur de V dans l'équation du n°. 71, on en déduira,

$$D = 0^m,305 \sqrt[5]{\frac{ALQ^3}{MC - 0,076 A Q V^2}}$$

Si l'on a, par exemple, à conduire, à un haut-fourneau éloigné de 500 mètres, 0,30 mètr. cubes d'air par seconde, lesquels doivent entrer dans le foyer avec une vitesse de 100 mètres, et cela à

l'aide d'une forte machine à pistons mue par une roue à augets de 5 mètres de diamètre, à laquelle on donne un demi-mètre cube d'eau motrice par seconde, la hauteur de la chute étant de 7 mètres. La valeur de A sera ici de près de 6; et, par suite, la formule donnera  $D = 0^m,159$ . Pour prévenir tout mécompte, on portera ce diamètre à  $0^m,165$ . Celui de la buse, correspondant à la vitesse donnée, serait 0,062 : au lieu d'une telle buse, on en établirait deux, ayant chacune  $0^m,044$  de diamètre.

Avantage  
des grands  
diamètres  
dans les  
conduites.

75. Puisque je suis sur la question du diamètre des conduites, je crois devoir appeler d'une manière particulière l'attention des propriétaires d'usine sur cet objet essentiel, et les inviter à donner un grand diamètre à leurs porte-vents, qu'ils aient au moins trois fois le diamètre de la buse (s'il y a plusieurs buses, on fera comme s'il n'y en avait qu'une seule, mais égale en surface à toutes prises ensemble), sur-tout lorsque ces porte-vents sont fort longs.

Les expériences du tableau N°. IV font ressortir de la manière la plus marquée l'avantage d'un grand diamètre; on y voit, sur une conduite de 387 mètres de long et de  $0^m,10$  de diamètre, le manomètre baisser, du commencement à l'extrémité de la conduite, de

54 à 47 millimèt. lorsque la buse a été de $0^m,02$	
54 à 31.....	$0^m,03$
46 à 16.....	$0^m,04$
40 à $5\frac{1}{3}$ .....	$0^m,05$ ;

c'est-à-dire que le manomètre n'a pas baissé de 6 pour 100 lorsque le diamètre de la conduite a été cinq fois celui de la buse, et qu'il a baissé de

plus de 86 pour 100 lorsqu'il n'en a plus été que le double.

Poursuivons cette importante comparaison, et pour la faire sous le rapport le plus intéressant, celui de la perte ou du déchet dans la quantité de vent occasionée par la conduite avec ses divers ajutages, déterminons d'abord la quantité d'air sortie à l'extrémité de notre conduite, lorsque le manomètre y était à la hauteur que nous venons de citer. Cette hauteur, mise dans l'expression de la dépense (n°. 34), donnera :

0,030 mètre en 1'', avec la buse de ..	$0^m,02$
0,055.....	$0^m,03$
0,072.....	$0^m,04$
0,065.....	$0^m,05$ .

Afin de juger du déchet occasioné par la conduite dans ces différens cas, il faudrait savoir quelle eût été la dépense s'il n'y avait pas eu de conduite et que les buses eussent été immédiatement adaptées à la trompe, la force motrice ou quantité d'eau donnée restant toujours la même. Cette détermination exige que l'on connaisse la hauteur à laquelle le manomètre se serait tenu sur la trompe, les choses étant comme nous venons de les supposer. Dans la recherche de cette hauteur, nous admettrons qu'à force motrice égale, la machine étant d'ailleurs exactement dans les mêmes circonstances, les effets dynamiques doivent être égaux. Si H' est la hauteur cherchée, l'effet, lorsqu'il n'y aura pas de conduite, sera proportionnel à  $(H')^{\frac{2}{3}}$ ; et quand la conduite sera replacée, il le sera à  $Hh^{\frac{1}{2}}$  (n°. 63) : puisque tout est d'ailleurs égal, on aura

$$(H')^3 = Hh^{\frac{1}{2}},$$

d'où l'on déduira les valeurs de  $H'$ , correspondantes aux valeurs de  $H$  et de  $h'$  susindiquées.

Ces valeurs de  $H'$ , ainsi que la dépense  $Q'$  que l'on en conclura, seront :

millim.	mèt. cub.	pour la buse de
$H' = 31,6$	et $Q' = 0,0314$	$0^m,02$ de diam.
44,9	0,0663	$0^m,03$
32,4	0,1010	$0^m,04$
20,7	0,1282	$0^m,05$

Comparons maintenant les dépenses dans les deux cas, et nous trouverons qu'elles sont comme

100 à 96 avec la buse de. . .	$0^m,02$ de diam.
100 à 83 . . . . .	$0^m,03$
100 à 72 . . . . .	$0^m,04$
100 à 51 . . . . .	$0^m,05$

Ainsi, en employant une conduite de 387 mètres de longueur, mais d'un diamètre cinq fois plus grand que celui de la buse, on n'a eu, dans la quantité d'air obtenue, qu'un déchet de 4 pour 100; et il a été de 49 pour 100, c'est-à-dire de près de moitié, lorsque le diamètre de la conduite n'a plus été que double de celui de la buse.

## EXPLICATION DES FIGURES

*Relatives aux expériences faites à l'aide du ventilateur de la galerie Becquey.*

*Fig. 11.* Plan de la *halde* de la galerie, sur lequel on a indiqué l'entrée de la galerie, le ruisseau de Sem, le canal de prise d'eau, le bassin ou réservoir, le vanage, le coursier, la trompe donnant le vent, et la position des tuyaux qui le conduisaient dans la galerie.

*Fig. 1.* Coupe de la trompe, du coursier, de la vanne et d'une portion du bassin.

*Fig. 2.* Élévation de la trompe, vue en face.

*Fig. 3.* Portion de la même élévation, présentant le haut de la tonne garni d'un manomètre et d'un ajustage en expérience.

Dans ces trois figures, on a représenté par :

- A Le bassin ou réservoir d'où l'eau sortait pour aller à la trompe.
- A' Un bout du bassin, en plan.
- B La vanne avec son extrémité et son seuil coupés en biseau.
- C Le coursier menant l'eau du bassin à la trompe.
- D L'arbre de la trompe : tige de sapin évidée et cerclée en fer.
- E La tonne de la trompe; grosse barrique également cerclée en fer. On voit le déversoir dans la partie antérieure.
- a Vis servant à déterminer la levée de la vanne.
- b Traverse en bois de chêne portant l'écrou de la vis.
- c Étranguillon de la trompe.
- d Deux aspirateurs.
- e Tablier sur lequel se brise l'eau descendue par l'arbre.
- f Billot auquel on adaptait les ajustages et les bouts des conduites.
- g Manomètre à tube doublement recourbé. La figure ne montre que les deux branches du tube où se trouve le mercure; la troisième, dont l'extrémité est ponctuée, passe derrière celle où l'on voit le mercure plus

bas. On a représenté par *g'* la couverture du manomètre, y tenant par deux charnières, et dans laquelle on a entaillé deux rainures pour recevoir la convexité du tube.

*h* Manchette de cuir ficelée autour du billot, et y fixant les ajutages ou bouts de conduite.

*Fig. 4.* Grands ajutages coniques : coupe et plan. On en a trois de mêmes hauteur et orifice, mais différens par leur évatement; les différences sont indiquées sur la figure.

*Fig. 5.* Petits ajutages coniques. On en avait trois de même orifice, mais différens par la hauteur et la base.

*Fig. 6.* Plaques percées d'orifices circulaires. On en avait quatre différentes par la grandeur de l'orifice.

*Fig. 7.* Plaque percée d'un orifice rectangulaire, que l'on fermait plus ou moins à volonté, à l'aide d'une languette glissant dans des coulisses.

*Fig. 8.* Buse droite, qui s'adaptait à l'extrémité des conduites. On y voit la virole destinée à recevoir le bout conique du manomètre.

*Fig. 9.* Buse recourbée, également garnie de sa virole.

*Fig. 10.* Trois ajutages coniques, que l'on adaptait, à l'aide de manchettes en peau, à l'extrémité des buses ci-dessus.

*Fig. 11.* Manière de disposer convenablement la sortie de l'eau dans les cuves des trompes.

*a* représente les arbres, et leur position par rapport au tablier.

*b* représente la caisse par laquelle l'eau remonte, pour sortir, et

*c* le déversoir de sortie.

Les arbres a devant être déterminés par le diamètre de la virole en bois de chêne portant l'écrin de la trompe.  
 La caisse b doit être faite de bois de chêne et les arbres c de bois de hêtre.  
 Les déversoirs d doivent être faits de bois de hêtre et les bords des conduites.  
 Les manomètres à tube doublement recourbé. La figure ne montre que les deux buses du tube on se trouve le manomètre; la troisième, dont l'extrémité est percée, passe derrière celle où l'on voit le manomètre.

TABLEAU I.

Expériences sur les conduites de différens diamètres.

CONDUITE.		EAU dépen- sée en l'.	ORIFICE.		MANOMÈTRE placé sur la conduite,		
Dia- mètre.	Lon- gueur.		Espèce.	Dia- mètre.	au com- mence- ment.	à la fin, d'après l'observa- tion.	la formule.
mèt.	mèt.	m. cub.		mèt.	mill.	mill.	mill.
0,10	8,60	0,052	conduite.	0,10	8,1	.....	.....
id.	id.	id.	buse.	0,05	18,0	.....	.....
id.	9,12	0,031	id.	0,05	9,0	8,1	8,1
id.	id.	id.	id.	0,03	27,1	25,8	26,6
id.	20,67	0,035	id.	0,04	25,8	20,8	22,9
id.	id.	id.	id.	0,03	33,9	32,0	32,6
id.	id.	id.	id.	0,02	47,0	45,1	46,7
id.	32,98	0,029	id.	0,05	12,6	9,5	8,4
id.	id.	id.	id.	0,04	14,8	13,1	12,3
id.	id.	id.	id.	0,03	25,3	22,6	23,8
id.	id.	id.	id.	0,02	38,4	38,0	37,9
id.	42,20	0,0285	id.	0,05	11,7	6,3	7,0
id.	id.	id.	id.	0,04	18,0	13,1	14,1
id.	id.	id.	id.	0,03	22,6	21,6	20,8
id.	id.	id.	id.	0,02	35,2	33,4	34,6
id.	54,50	0,032	id.	0,05	13,5	7,6	7,3
id.	54,50	id.	id.	0,04	20,3	14,4	15,0
id.	id.	id.	id.	0,03	28,5	26,2	26,0
id.	id.	id.	id.	0,02	45,1	42,0	44,2
id.	54,60	0,030	id.	0,05	18,0	9,9	9,9
id.	id.	id.	id.	0,04	22,6	19,4	17,0
id.	id.	id.	id.	0,03	32,5	30,3	29,4
id.	id.	id.	id.	0,02	49,6	49,6	48,6
0,05	8,20	0,030	conduite.	0,05	27,0	.....	.....
id.	id.	id.	tube.	0,05	29,8	8,6	.....
id.	9,35	id.	id.	0,05	29,8	8,1	.....
id.	id.	0,0271	buse.	0,03	28,0	17,6	17,7
id.	id.	id.	id.	0,02	37,0	33,0	33,2
id.	id.	id.	id.	0,01	49,6	46,6	49,3
id.	19,50	0,030	tube.	0,05	30,5	5,0	»
id.	id.	id.	buse.	0,03	33,0	14,8	14,6
id.	id.	id.	id.	0,02	39,7	31,6	31,8
id.	id.	id.	id.	0,01	52,0	»	»
id.	30,30	0,027	tube.	0,05	30,5	3,2	.....
id.	id.	id.	buse.	0,03	33,0	12,6	11,5
id.	id.	id.	id.	0,02	38,4	27,1	28,0
id.	id.	id.	id.	0,01	49,2	47,4	48,1
id.	40,2	0,0266	tube.	0,05	30,7	3,2	.....

CONDUITE.		EAU dépen- sée en 1".	ORIFICE.		MANOMÈTRE, placé sur la conduite,		
Dia- mètre.	Lon- gueur.		Espèce.	Dia- mètre.	au com- mence- ment.	à la fin, d'après	
mèt.	mèt.	m. c.	mèt.	mill.	mill.	mill.	
0,05	40,2	0,0266	buse.	0,03	33,0	9,5	
id.	id.	id.	id.	0,02	37,0	26,2	
id.	id.	id.	id.	0,01	46,4	44,2	
id.	50,05	0,027	tube.	0,05	30,7	2,41	
id.	id.	id.	buse.	0,03	32,5	7,7	
id.	id.	id.	id.	0,02	35,2	21,5	
id.	id.	id.	id.	0,01	43,8	41,5	
id.	55,53	0,0274	tube.	0,05	35,2	2,45	
id.	id.	id.	buse.	0,03	36,1	8,5	
id.	id.	id.	id.	0,02	40,6	24,0	
id.	id.	id.	id.	0,01	48,3	47,4	
id.	55,53	0,0271	tube.	0,05	.....	2,40	
id.	50,05	id.	id.	id.	35,2	2,62	
id.	40,20	id.	id.	id.	31,6	3,02	
id.	30,30	id.	id.	id.	29,8	3,34	
id.	19,50	id.	id.	id.	27,1	4,34	
id.	9,35	id.	id.	id.	24,0	5,00	
id.	8,20	id.	id.	id.	23,5	6,33	
0,0235	0,	0,028	tube.	0,035	52,0	23,5	
id.	0,	id.	id.	id.	53,5	24,0	
id.	3,30	id.	id.	id.	55,4	17,5	
id.	7,75	0,025	id.	id.	46,5	10,0	
id.	8,90	0,025	id.	id.	56,4	9,0	
id.	id.	id.	buse.	0,02	54,	9,0	
id.	id.	id.	id.	0,01	54,	35,2	
id.	17,58	0,028	tube.	0,0235	59,5	6,0	
id.	id.	id.	buse.	0,02	59,0	6,05	
id.	id.	id.	id.	0,01	59,5	28,	
id.	25,11	0,027	tube.	0,0235	55,5	3,90	
id.	id.	id.	buse.	0,02	56,4	3,93	
id.	id.	id.	id.	0,01	57,8	24,0	
id.	32,65	0,028	tube.	0,0235	61,8	3,67	
id.	id.	id.	buse.	0,02	61,0	3,29	
id.	40,2	0,0185	tube.	0,0235	49,1	2,00	
id.	id.	id.	buse.	0,02	50,5	2,03	
id.	id.	id.	id.	0,01	50,5	14,0	
id.	50,55	0,022	id.	0,02	51,0	1,67	
id.	id.	id.	id.	0,01	51,5	13,0	
id.	id.	0,0105	tube.	0,0235	13,5	0,43	
id.	id.	0,0145	id.	id.	22,6	0,80	
id.	id.	0,0181	id.	id.	36,5	1,26	
id.	id.	0,0217	id.	id.	51,0	1,70	
id.	id.	0,0252	id.	id.	55,0	1,93	
id.	id.	0,0284	id.	id.	62,3	2,07	

TABLEAU II.

Expériences sur des conduites coudées.

CONDUITE.		EAU dépen- sée en 1".	ORIFICE.		MANOMÈTRE placé sur la conduite,		COUDES.	
Dia- mètre.	Lon- gueur.		Espèce.	Dia- mètre.	au com- mence- ment.	à la fin.	Nom- bro.	An- gle.
mèt.	mèt.	m. c.	mèt.	mill.	mill.			
0,05	8,20	0,0274	tube.	0,05	26,6	7,66	0	0
id.	19,50	0,0280	id.	id.	36,1	5,66	1	90°
id.	id.	0,0370	id.	id.	47,3	7,66	id.	id.
id.	6,35	0,0384	id.	id.	57,7	5,57		
id.	id.	0,0274	id.	id.	30,7	2,67	1 de	135°
id.	id.	0,0347	buse.	0,03	56,4	17,1	1	44
id.	id.	0,0340	id.	0,02	53,2	36,1	1	47
id.	id.	0,0330	id.	0,01	62,3	58,6		
id.	35,05	0,0270	tube.	0,05	46,5	2,00	1 de	135°
id.	id.	0,0260	buse.	0,03	40,5	5,9	1	44
id.	id.	0,0250	id.	0,03	37,5	5,97	3	45
id.	id.	0,0240	id.	0,02	38,4	17,1	1	46
id.	id.	0,0240	id.	0,01	47,8	45,1	1	47
id.	43,10	0,0290	tube.	0,05	54,1	2,26	1 de	135°
id.	id.	0,0270	buse.	0,03	41,5	5,32	3	44
id.	id.	0,0250	buse.	0,02	40,6	18,5	5	45
id.	id.	0,0240	id.	0,01	44,6	38,4	1	46
id.	id.	0,0230	tube.	0,05	36,1	1,33	1	47
id.	53,	0,0260	tube.	0,05	55,0	1,04	1 de	135°
id.	id.	0,0316	id.	0,05	60,0	1,17	3	44
id.	id.	0,0314	id.	0,05	59,5	1,13	8	45
id.	id.	0,0267	buse.	0,03	47,0	4,27	2	46
id.	id.	0,0263	id.	0,02	47,0	17,6	2	47
id.	id.	0,0260	id.	0,01	53,7	46,5		
id.	id.	0,0258	id.	0,03	41,5	4,00		
id.	id.	0,0085	tube.	0,05	6,3	0,13		
id.	id.	0,0175	id.	id.	22,1	0,40		
id.	id.	0,0240	id.	id.	41,5	0,93		
id.	id.	0,0290	id.	id.	47,8	1,20		
id.	id.	0,0252	id.	id.	37,0	0,82		
id.	id.	0,0276	id.	id.	44,0	1,07		
id.	id.	0,0315	id.	id.	60,0	1,17		
0,0235	27,18	0,0217	tube.	0,0235	50,0	2,37		
id.	id.	0,0217	buse.	0,02	48,6	2,37	3 de	90°
id.	id.	0,0217	id.	0,01	49,0	17,1		

CONDUITE.		EAU dé- pen- sée en 1".	ORIFICE.		MANOMÈTRE placé sur la conduite,		COUDES.	
Dia- mètr.	Lon- gueur.		Es- pèce.	Dia- mètr.	au com- mence- ment.	à la fin.	Non- bré.	An- gle.
mèt. 0,0235	mèt. 35,52	m. c. 0,0287	tube.	mèt. 0,0235	mill. 62,0	mill. 2,07	7	90°
id.	id.	0,0217	id.	id.	50,5	1,73		
id.	id.	id.	busc.	0,02	50,5	1,67		
id.	id.	id.	id.	0,01	49,6	13,5	11	90°
id.	43,98	0,0218	tube.	0,0235	52,0	1,47		
id.	id.	id.	buse	0,02	50,5	1,33		
id.	id.	id.	id.	0,01	49,6	12,2	15	90°
id.	52,38	0,0217	id.	0,02	48,7	1,10		
id.	id.	id.	id.	0,02	45,2	9,5		
id.	id.	0,0110	tube.	0,0235	15,8	0,53	15	90°
id.	id.	0,0148	id.	id.	23,5	0,63		
id.	id.	0,0183	id.	id.	32,0	1,26		
id.	id.	0,0217	id.	id.	48,3	1,70	15	90°
id.	id.	0,0254	id.	id.	52,8	1,92		
id.	id.	0,0278	id.	id.	62,3	2,06		

TABLEAU III.

*Expériences sur la conduite du ventilateur  
durant sa pose.*

LONGUEUR de la conduite.	EAU dépensée en 1".	DIAMÈTRE de la buse.	MANOMÈTRE placé sur la conduite,		
			au commen- cement.	à la fin, d'après	
				l'observa- tion.	la formule.
mèt. 80,60	mèt. cub. 0,0148	mèt. 0,05	mill. 11,3	mill. 5,5	mill. 5,1
id.	id.	0,04	13,1	8,2	8,8
id.	id.	0,03	15,8	13,5	13,7
id.	id.	0,02	19,5	18,5	18,9
id.	0,0218	0,05	16,7	8,2	7,6
id.	id.	0,04	20,7	14,8	13,9
id.	id.	0,03	26,6	23,0	23,0
id.	id.	0,02	35,2	34,7	34,1
id.	id.	0,10	13,0	0,10	...
id.	0,0285	id.	15,8	0,43	...
id.	0,0350	id.	17,6	0,53	...
id.	0,0285	0,05	19,0	9,9	8,6
id.	id.	0,04	24,4	18,0	16,3
id.	id.	0,03	33,8	30,7	29,2
id.	id.	0,02	45,6	...	44,2
id.	0,0328	0,05	22,1	12,2	10,0
id.	0,0311	0,04	28,0	21,2	18,7
id.	id.	0,03	38,8	34,7	33,5
id.	id.	0,02	52,7	52,7	51,1
id.	0,0360	0,05	23,9	12,2	10,8
id.	id.	0,04	29,8	21,6	19,9
id.	0,0350	0,03	39,7	35,6	34,3
id.	0,0330	0,02	56,4	57,2	54,7
100,60	0,0147	0,05	10,8	4,5	4,3
id.	id.	0,04	12,2	7,2	7,5
id.	id.	0,03	14,0	11,7	11,7
id.	id.	0,02	17,1	17,1	16,5
id.	0,0218	0,05	16,7	8,1	6,7
id.	id.	0,04	20,3	13,5	12,5
id.	id.	0,03	25,7	22,1	21,5
id.	id.	0,02	34,3	34,8	33,1
id.	0,0282	0,05	21,1	8,1	8,4
id.	id.	0,04	24,8	17,1	15,3
id.	id.	0,03	33,4	27,1	28,0
id.	id.	0,02	44,6	43,8	43,0
id.	0,0271	0,05	19,3	7,6	7,7
id.	id.	0,04	22,6	14,4	14,0

LONGUEUR de la conduite.	EAU dépensée en 1".	DIAMÈTRE de la buse.	MANOMÈTRE placé sur la conduite,		
			au commence- ment.	à la fin, d'après	
				l'observa- tion.	la formule.
mét.	mét. c.	mét.	mill.	mill.	mill.
100,60	0,0271	0,03	30,3	26,6	25,4
id.	id.	0,02	41,4	40,1	39,0
120,10	0,0148	0,05	11,3	4,1	4,0
id.	id.	0,04	12,6	7,2	7,2
id.	id.	0,03	15,3	12,7	12,4
id.	id.	0,02	19,4	16,6	18,5
id.	0,0218	0,05	19,4	7,6	6,9
id.	id.	0,04	22,6	13,5	13,0
id.	id.	0,03	28,4	23,0	23,0
id.	id.	0,02	38,8	36,1	37,1
id.	0,0282	0,05	22,1	7,6	7,9
id.	id.	0,04	26,2	16,2	15,0
id.	id.	0,03	35,2	33,4	28,5
id.	id.	0,02	48,3	45,1	46,0
id.	0,0269	0,05	20,3	7,6	7,3
id.	id.	0,04	24,8	15,2	14,2
id.	id.	0,03	32,0	25,3	26,0
id.	id.	0,02	43,2	40,1	41,3
139,50	0,0148	0,05	10,4	3,1	3,4
id.	id.	0,04	10,4	5,9	5,6
id.	id.	0,03	12,2	9,0	9,6
id.	id.	0,04	14,4	13,5	13,7
id.	0,0220	0,05	18,5	6,8	5,9
id.	id.	0,04	21,2	12,6	11,3
id.	id.	0,03	26,6	22,6	21,2
id.	id.	0,02	34,7	33,8	32,9
id.	0,0282	0,05	22,6	7,6	7,2
id.	id.	0,04	27,1	15,2	14,4
id.	id.	0,03	34,3	27,1	26,8
id.	id.	0,02	46,1	44,1	43,7
id.	0,0275	0,05	21,7	8,5	7,0
id.	id.	0,04	25,8	16,2	13,9
id.	id.	0,03	32,5	26,6	25,6
id.	id.	0,02	46,9	42,8	44,5
159,95	0,0145	0,05	12,6	4,0	3,7
id.	id.	0,04	13,5	8,1	6,8
id.	id.	0,03	16,2	13,1	12,4
id.	id.	0,02	19,4	18,5	18,3
id.	0,0214	0,05	18,0	5,4	5,3
id.	id.	0,04	20,8	10,8	10,5
id.	id.	0,03	23,5	18,5	18,0
id.	id.	0,02	29,8	29,3	28,1
id.	0,0275	0,05	19,4	7,2	5,7

LONGUEUR de la conduite.	EAU dépensée en 1".	DIAMÈTRE de la buse.	MANOMÈTRE placé sur la conduite,		
			au commence- ment.	à la fin, d'après	
				l'observa- tion.	la formule.
mét.	mét. c.	mét.	mill.	mill.	mill.
159,95	0,0275	0,04	22,6	13,1	11,4
id.	id.	0,03	28,4	22,1	21,7
id.	id.	0,02	37,9	36,5	35,7
id.	0,0270	0,05	18,5	5,9	5,4
id.	id.	0,04	21,2	12,6	10,7
id.	id.	0,03	27,1	22,1	20,7
id.	id.	0,02	36,5	35,6	34,4
179,70	0,0145	0,05	12,6	3,6	3,4
id.	id.	0,04	13,5	6,3	6,4
id.	id.	0,03	15,3	12,2	11,3
id.	id.	0,02	17,6	17,6	16,5
id.	0,0214	0,05	18,1	5,0	4,9
id.	id.	0,04	21,2	10,4	10,1
id.	id.	0,03	23,9	18,5	17,7
id.	id.	0,02	30,7	23,9	23,7
id.	0,0278	0,05	20,3	5,9	5,5
id.	0,0271	0,04	23,0	12,6	10,9
id.	0,0263	0,03	21,2	21,2	15,7
id.	0,0255	0,02	32,0	32,0	30,0
199,50	0,0146	0,05	12,6	3,6	3,2
id.	id.	0,04	13,5	5,9	6,1
id.	id.	0,03	15,8	11,3	11,4
id.	id.	0,02	19,4	17,6	18,0
id.	0,0217	0,05	19,4	5,0	4,9
id.	id.	0,04	22,6	9,5	10,1
id.	id.	0,03	25,3	18,0	18,1
id.	id.	0,02	32,0	29,3	29,7
id.	0,0285	0,05	22,6	5,9	5,7
id.	id.	0,04	26,2	13,1	11,8
id.	id.	0,03	32,5	23,9	23,4
id.	id.	0,02	42,8	40,5	39,8
id.	0,0270	0,05	22,6	5,4	5,7
id.	id.	0,04	26,2	12,6	11,8
id.	id.	0,03	32,5	23,1	23,4
id.	id.	0,02	42,8	39,7	39,8
219,51	0,0150	0,05	14,4	4,0	3,4
id.	id.	0,04	14,9	7,6	6,4
id.	id.	0,03	16,7	12,2	11,7
id.	id.	0,02	19,9	19,0	18,4
id.	0,0220	0,05	21,2	5,9	4,9
id.	id.	0,04	23,5	11,7	10,0
id.	id.	0,03	26,2	20,3	18,4
id.	id.	0,02	34,3	33,8	31,7

LONGUEUR de la conduite.	EAU dépensée en 1".	DIAMÈTRE de la buse.	MANOMÈTRE placé sur la conduite,		
			au commencement.	à la fin, d'après	
				l'observa- tion.	la formule.
met.	met. c.	mèt.	mill.	mill.	mill.
219,51	0,0285	0,05	25,7	8,1	6,0
id.	id.	0,04	29,8	14,0	12,7
id.	id.	0,03	34,7	26,6	24,3
id.	id.	0,02	46,5	44,2	42,9
id.	0,0280	0,05	24,4	6,7	5,7
id.	id.	0,04	28,0	13,1	11,9
id.	id.	0,03	33,8	23,9	23,6
id.	id.	0,02	46,0	41,9	42,4
239,15	0,0148	0,05	13,1	4,0	2,9
id.	id.	0,04	14,4	6,8	5,8
id.	id.	0,03	16,2	11,7	11,1
id.	id.	0,02	18,5	17,6	17,0
id.	0,0220	0,05	21,7	7,2	4,7
id.	id.	0,04	23,9	11,7	9,7
id.	id.	0,03	27,1	20,3	18,5
id.	id.	0,02	35,2	34,3	32,2
id.	0,0289	0,05	26,2	7,7	5,7
id.	id.	0,04	29,8	13,5	12,1
id.	id.	0,03	35,2	25,8	24,0
id.	id.	0,02	47,8	44,7	43,8
id.	0,0284	0,05	25,3	6,3	5,5
id.	id.	0,04	29,3	13,1	11,9
id.	id.	0,03	34,7	24,8	23,7
id.	id.	0,02	46,9	42,8	43,0
258,96	0,0150	0,05	14,0	3,2	2,9
id.	id.	0,04	14,9	5,9	5,8
id.	id.	0,03	16,2	10,8	10,8
id.	id.	0,02	18,5	17,6	16,8
id.	0,0221	0,05	22,1	5,4	4,5
id.	id.	0,04	24,4	10,8	9,4
id.	id.	0,03	27,5	19,9	18,3
id.	id.	0,02	34,7	32,5	31,6
id.	0,0289	0,05	27,5	6,3	5,6
id.	id.	0,04	30,7	13,1	11,9
id.	id.	0,03	36,5	25,5	24,3
id.	id.	0,02	47,8	44,6	43,5
id.	0,0280	0,05	26,6	6,3	5,4
id.	id.	0,04	30,2	13,1	11,7
id.	id.	0,03	36,5	25,5	24,3
id.	id.	0,02	47,8	44,1	43,5
279,71	0,0149	0,05	15,3	4,0	2,9
id.	id.	0,04	16,2	7,2	6,9
id.	id.	0,03	17,1	12,6	11,1

LONGUEUR de la conduite.	EAU dépensée en 1".	DIAMÈTRE de la buse.	MANOMÈTRE placé sur la conduite,		
			au commencement.	à la fin, d'après	
				l'observa- tion.	la formule.
mèt.	mèt. c.	mèt.	mill.	mill.	mill.
279,71	0,149	0,02	20,3	19,4	18,3
id.	0,0221	0,05	21,7	5,9	4,2
id.	id.	0,04	24,4	11,7	9,0
id.	id.	0,03	27,5	18,9	17,8
id.	id.	0,02	34,3	32,0	31,0
id.	0,0289	0,05	28,4	5,9	5,5
id.	id.	0,04	31,1	14,0	11,4
id.	id.	0,03	38,4	26,6	24,9
id.	id.	0,02	49,6	47,4	44,8
id.	0,0280	0,05	27,5	6,8	5,3
id.	id.	0,04	30,7	13,1	11,3
id.	id.	0,03	37,0	24,4	24,0
id.	id.	0,02	47,8	44,6	43,2
300,00	0,0149	0,05	16,2	3,6	2,9
id.	id.	0,04	17,0	5,4	5,9
id.	id.	0,03	17,6	10,8	10,9
id.	id.	0,02	20,3	17,6	18,2
id.	0,0218	0,05	24,4	5,0	4,3
id.	id.	0,04	...	10,0	...
id.	id.	0,03	28,4	18,0	17,8
id.	id.	0,02	34,7	32,0	31,0
id.	0,0286	0,05	29,3	7,2	5,2
id.	id.	0,04	32,5	13,5	11,2
id.	id.	0,03	37,0	24,8	23,1
id.	id.	0,02	48,2	44,1	42,9
id.	0,0277	0,05	28,0	5,4	5,9
id.	id.	0,04	30,7	12,2	10,6
id.	id.	0,03	36,5	23,9	22,8
id.	id.	0,02	46,5	41,0	41,5
321,93	0,0151	0,05	14,0	2,17	2,4
id.	id.	0,04	15,8	4,0	5,3
id.	id.	0,03	17,1	8,6	10,5
id.	id.	0,02	19,4	17,1	17,3
id.	0,0224	0,05	24,4	5,0	4,2
id.	id.	0,04	26,6	9,9	8,9
id.	id.	0,03	30,2	18,5	18,6
id.	id.	0,02	37,0	33,8	32,9
id.	0,0297	0,05	30,6	7,2	5,2
id.	id.	0,04	34,3	13,5	11,5
id.	id.	0,03	40,1	26,2	24,7
id.	id.	0,02	52,3	47,4	46,5
id.	0,0293	0,05	30,6	5,9	5,2
id.	id.	0,04	33,8	12,6	11,4

LONGUEUR de la conduite.	EAU dépensée en 1".	DIAMÈTRE de la buse.	MANOMÈTRE placé sur la conduite,		
			au commencement.	à la fin, d'après	
				l'observa- tion.	la formule.
mèt.	mèt. c.	mèt.	mill.	mill.	mill.
321,93	0,0293	0,03	40,1	26,2	24,7
id.	id.	0,02	51,9	47,4	46,2
344,28	0,0151	0,05	14,9	2,00	2,4
id.	id.	0,04	15,8	4,73	5,1
id.	id.	0,03	17,5	9,9	10,5
id.	id.	0,02	20,3	17,5	17,9
id.	0,0222	0,05	23,9	3,5	3,9
id.	id.	0,04	26,2	8,33	8,4
id.	id.	0,03	29,8	18,0	17,9
id.	id.	0,02	36,1	32,0	31,9
id.	0,0291	0,05	30,7	5,0	5,0
id.	id.	0,04	33,8	11,7	10,9
id.	id.	0,03	39,7	25,3	23,8
id.	id.	0,02	51,0	46,0	45,0
id.	0,0291	0,05	30,7	4,5	5,0
id.	id.	0,04	33,4	12,2	10,8
id.	id.	0,03	39,7	25,3	23,8
id.	id.	0,02	51,4	45,6	46,4
366,74	0,0151	0,05	14,9	1,83	2,3
id.	id.	0,04	16,7	4,66	5,1
id.	id.	0,03	17,5	10,3	10,2
id.	id.	0,02	19,4	17,1	17,0
id.	0,0223	0,05	24,8	3,4	3,8
id.	id.	0,04	26,6	8,17	8,2
id.	id.	0,03	30,2	17,5	17,6
id.	id.	0,02	36,5	32,9	32,0
id.	0,0295	0,05	32,0	4,6	4,9
id.	id.	0,04	35,2	11,7	10,8
id.	id.	0,03	40,1	24,8	23,4
id.	id.	0,02	.....	.....	.....
id.	0,0293	0,05	28,9	4,27	4,4
id.	id.	0,04	32,0	10,4	9,8
id.	id.	0,03	37,0	22,6	21,6
id.	id.	0,02	49,6	44,2	43,5
id.	0,0394	0,05	41,0	6,0	6,3
id.	id.	0,04	46,0	14,4	14,1
id.	id.	0,03	53,7	32,0	31,4
387,14	0,0151	0,05	14,9	1,83	2,2
id.	id.	0,04	15,3	4,27	4,5
id.	id.	0,03	16,2	8,66	9,2
id.	id.	0,02	19,8	15,8	17,2
id.	0,0225	0,05	24,8	3,23	3,6
id.	id.	0,04	25,2	7,66	7,5

LONGUEUR de la conduite.	EAU dépensée en 1".	DIAMÈTRE de la buse.	DIAMÈTRE placé sur la conduite,		
			au commencement.	à la fin, d'après	
				l'observa- tion.	la formule.
mèt.	mèt. c.	mèt.	mill.	mill.	mill.
387,14	0,0225	0,03	28,4	16,2	16,2
id.	id.	0,02	35,6	31,1	31,0
id.	0,0298	0,05	32,5	4,57	4,8
id.	id.	0,04	34,7	11,7	10,3
id.	id.	0,03	40,1	23,9	22,9
id.	id.	0,02	52,3	46,5	45,5
id.	0,0296	0,05	32,5	4,23	4,8
id.	id.	0,04	34,7	11,3	10,3
id.	id.	0,03	39,7	24,8	22,7
id.	id.	0,02	51,9	46,9	45,2
id.	0,0400	0,05	42,8	5,93	6,3
id.	id.	0,04	46,9	15,08	13,9
id.	id.	0,03	55,0	33,8	31,4
id.	id.	0,02	62,3	55,00	54,2

TABLEAU IV. — Expériences sur des points de la conduite diversement éloignés de l'origine.

DIA- MÈTRE de l'ori- fice.	EAU dépen- sée en 1".	HAUTEURS MANOMÉTRIQUES à une distance de l'origine, de										OBSERVATIONS.		
		120	160	200	240	280	320	367	387	à une buse :				
mét.	mét. c.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.	mill.		
0,02	0,018	27,1	26,6	26,6	27,5	26,0	26,1	26,6	25,7	25,3	23,6		Le manomètre sur la conduite n'était pas assez sensible pour indiquer le décroissement avec régularité. Médiocres succès. Léger, bien que les observations soient meilleures. La dernière colonne donne les hauteurs à 387 mèt., calculées par notre formule. Bonnes observations, bien qu'elles présentent peu de suite. Mauvaise série d'expériences. Observations faites avec beaucoup de soin.	
id.	0,024	40,5	40,0	40,0	39,5	38,5	37,9	35,7	35,2	36,0	35,5			
id.	0,030	54,1	53,7	53,2	53,2	51,9	51,4	49,6	48,7	47,4	47,1			
0,03	0,033	41,0	36,1	38,8	34,4	32,0	30,3	28,0	26,6	23,5	22,1	23,4		
id.	0,040	51,1	48,9	46,5	44,2	42,3	40,1	37,0	33,0	30,7	30,9	30,9		
0,04	0,040	46,0	41,0	35,7	33,0	32,0	28,9	25,3	20,7	17,2	16,2	13,6		
0,05	0,033	40,5	33,4	28,9	25,7	23,0	19,0	16,2	12,6	7,17	5,33	5,9		
0,10	0,023	23,9	18,0	15,8	13,4	11,3	8,67	6,0	3,67	1,33			Oscillations presque continuelles, on a pris la moyenne. Bonne série. Peu d'oscillations et par rafales. Manomètre pas assez sensible. Partout où la quantité d'eau est indiquée 0,040, il y a une incertitude de 0,028 à 0,040 : on donnait toute l'eau que la trompe pouvait recevoir. Ces deux dernières séries d'expériences ont été faites immédiatement l'une après l'autre, avec tout le soin possible et avec un manomètre à gros tube; elles sont concluantes.	
id.	0,034	36,1	29,8	23,5	21,4	16,7	13,1	9,33	5,83	2,00				
id.	0,040	40,1	32,9	27,1	23,0	20,3	16,8	11,7	6,00	1,67				
id.	id.	40,1	31,1	26,2	22,1	18,0	13,5	8,6	6,50	2,17				
id.	id.	40,1	31,1	26,6	22,1	18,0	14,9	10,67	6,50	2,17				
id.	id.	40,1	31,1	26,6	21,7	18,0	14,9	10,8	6,	2,17				

La conduite étant terminée par une buse :

La conduite étant sans buse et entièrement ouverte :

MACHINES A VAPEUR.

Circulaire du 16 juillet 1828 à MM. les Préfets des départemens, relative aux ordonnances royales des 29 octobre 1823 et 7 mai 1828, concernant les machines à vapeur à haute pression.

Monsieur le Préfet, le 1<sup>er</sup> avril 1824 et le 19 mai 1825 (1), j'ai eu l'honneur de vous adresser deux circulaires et deux instructions relatives à l'exécution de l'ordonnance du 29 octobre 1823 (No. 637 du Bulletin des Lois, pag. 330), concernant les machines à vapeur à haute pression, c'est-à-dire celles dans lesquelles la force élastique de la vapeur fait équilibre à plus de deux atmosphères, lors même qu'elles brûleraient complètement leur fumée.

Quatre années et demie d'expérience du régime consacré par cette ordonnance ont fait sentir le besoin de nouvelles dispositions réglementaires pour le service des machines à vapeur à haute pression, et Sa Majesté a rendu à ce sujet une nouvelle ordonnance le 7 mai dernier (No. 231 du Bulletin des Lois, page 450).

La Commission d'Ingénieurs des mines et d'Ingénieurs des ponts et chaussées que j'ai réunie, dès 1823, pour l'exécution de l'ordonnance du 29 octobre de la même année, et qui avait déjà préparé les deux instructions dont j'ai parlé ci-dessus, a rédigé une troisième instruction pour l'exécution de l'ordonnance du 7 mai 1828. Elle a été, sur ma proposition, approuvée, le 12 de ce mois, par Son Excel. le Ministre de l'intérieur.

(1) Voyez Annales des Mines, tome IX, page 266, et tome XI, page 145.

J'ai l'honneur de vous en adresser exemplaires.

Cette instruction trace d'abord des règles pour les *pressions d'épreuve* que doivent subir les chaudières des machines à vapeur.

Elle indique ensuite de quelle manière les tubes bouilleurs, ainsi que les cylindres et leurs enveloppes, doivent être essayés.

Elle fait connaître combien il importe de donner aux chaudières en cuivre laminé ou en tôle (*fer laminé ou battu*) une épaisseur suffisante, et de quelle manière on parvient à déterminer ces épaisseurs, en faisant toutefois observer qu'il convient de donner toujours aux tubes bouilleurs, eu égard à leurs diamètres, des épaisseurs beaucoup plus grandes qu'aux chaudières, parce qu'étant placés au milieu du foyer, ils sont plus exposés à se détériorer.

Enfin, l'instruction se termine par quelques détails sur la manière de procéder aux épreuves des chaudières et des tubes bouilleurs.

Vous remarquerez à la fin de cette instruction :

1°. Une table des épaisseurs à donner aux chaudières en tôle pour les machines à vapeur ;

2°. Une formule et des explications relatives à cette table ;

3°. Des formules relatives à l'épreuve des chaudières, tubes bouilleurs, cylindres et enveloppes de cylindres.

Je me persuade que la table et les formules seront faciles à appliquer.

La dernière ordonnance, du 7 mai 1828, se trouve placée à la fin de l'instruction.

Des expériences restent à faire pour déterminer exactement les forces élastiques de la vapeur de l'eau à diverses températures, et les dimensions que les soupapes de sûreté doivent avoir, ainsi que pour vérifier de nouveaux moyens de sûreté qui ont été proposés pour les machines à vapeur. Je m'empresse de vous faire connaître les résultats auxquels ces expériences délicates et importantes auront donné lieu, aussitôt qu'elles seront terminées.

Je ne terminerai pas cette lettre sans recommander de nouveau à votre sollicitude, Monsieur le Préfet, et aux soins

éclairés de MM. les Ingénieurs des mines et des ponts et chaussées, le service des machines à vapeur dans votre département. Ce service intéresse à-la-fois la vie des hommes et la prospérité de notre industrie ; et comme les moindres détails ont leur importance et peuvent échapper à la mémoire dans des questions aussi graves, je vous prie, ainsi que MM. les Ingénieurs, de vous référer aux circulaires des 1<sup>er</sup> avril 1824 et 19 mai 1825, et aux instructions qui y étaient jointes ; de vous pénétrer de nouveau de leur contenu, et de vous assurer que ces premières instructions reçoivent toujours leur exécution.

La connaissance de l'instruction que je vous transmets aujourd'hui étant indispensable aux fabricans de chaudières et de machines à haute pression, et intéressant aussi ceux qui font usage de ces machines, je vous prie d'en adresser des exemplaires aux uns et aux autres, afin qu'ils puissent profiter des documens qui leur sont offerts et se conformer aux obligations qui leur sont imposées.

Je vous invite, au surplus, à veiller à l'exécution de l'ordonnance du 7 mai 1828 et de l'instruction que je vous transmets, et à m'accuser réception de la présente.

J'ai l'honneur d'être, avec la considération la plus distinguée, Monsieur le Préfet, votre très-humble et très-obéissant serviteur,

*Le Conseiller d'état, Directeur général des ponts et chaussées et des mines,*

Signé BECQUEY.

Pour ampliation :

*Le Chef de la Division des mines, Signé LAUBRY.*

*Troisième Instruction relative à l'exécution des ordonnances du Roi des 29 octobre 1823 et 7 mai 1828, concernant les machines à vapeur à haute pression (1).*

Conformément à l'article 3 de l'ordonnance royale du 29 octobre 1823, portant règlement sur les machines à vapeur à haute pression, toute chaudière d'une machine de cette espèce doit subir une pression d'épreuve *cinq fois plus forte* que celle qu'elle est appelée à supporter dans l'exercice habituel de la machine à laquelle elle est destinée. Cette pression d'épreuve est réduite au *triple* par l'article 1<sup>er</sup>. de l'ordonnance royale du 7 mai 1828, mais seulement pour les chaudières faites en cuivre laminé ou en tôle (fer laminé ou battu).

Ainsi, les chaudières en fonte continueront à être éprouvées sous une pression *quintuple*.

Cette pression quintuple ne peut se rapporter qu'à la force qui tend à faire rompre la chaudière; il en est de même de la pression triple qui sera substituée à la première dans le cas d'une chaudière en cuivre laminé ou en tôle; mais la force dont il s'agit est évidemment égale à la tension de la vapeur dans la chaudière, diminuée d'une pression atmosphérique, puisque la chaudière supporte extérieurement tout le poids de l'atmosphère. C'est pour cette raison que l'ordonnance royale du 7 mai 1828 porte, article 4, que la force de pression à prendre, comme terme de départ, pour les épreuves des chaudières est la force de tension que la vapeur doit avoir habituellement, diminuée de la pression extérieure de l'atmosphère.

D'après les dispositions des articles 2 et 3 de la nouvelle ordonnance, les tubes bouilleurs, ainsi que les cylindres et leurs enveloppes, seront essayés de la même manière, c'est-à-dire, en prenant le même terme de départ pour les pressions d'épreuve qu'on leur fera supporter. Ces pressions seront quintuples pour les tubes bouilleurs en fonte, les

(1) La première et la seconde instruction sont insérées dans les *Annales des Mines*, tome IX, page 258, et tome XI, page 148.

cylindres et leurs enveloppes également en fonte, et seulement triples pour ceux en cuivre laminé ou en tôle.

Les timbres qui devront être apposés après les épreuves sur les tubes bouilleurs, cylindres et enveloppes, le seront de la manière qui est indiquée, pour les chaudières, dans la seconde instruction relative à l'exécution de l'ordonnance royale du 29 octobre 1823.

Soit, par exemple, une machine construite pour agir à une pression habituelle de *cinq* atmosphères. La chaudière de cette machine devra, après l'épreuve, être marquée d'un timbre indiquant, en chiffres, *cinq atmosphères*. Cela posé, la pression à prendre, comme terme de départ, pour l'épreuve sera *cinq moins un*, ou *quatre*; et il faudra multiplier cette pression *quatre* par *cinq*, si la chaudière est en fonte, et seulement par *trois*, si elle est en cuivre laminé ou en tôle. Ainsi, pour ce même timbre, *cinq atmosphères*, la pression d'épreuve sera, dans le premier cas, portée jusqu'à *vingt atmosphères*, et dans le second cas elle ne s'élèvera qu'à *douze atmosphères*.

Si la chaudière est en fonte et ses tubes bouilleurs en cuivre laminé ou en tôle, quoique les tubes n'aient été soumis qu'à la pression *triple*, ils seront marqués du même timbre que la chaudière qui aura supporté la pression *quintuple*.

Maintenant que les chaudières en cuivre laminé ou en tôle ne seront plus soumises à une épreuve aussi forte que par le passé, il est bien important de rappeler aux fabricans qu'ils ne devront pas s'autoriser de cette réduction pour diminuer les épaisseurs des chaudières. S'ils agissaient ainsi, les plus graves inconvéniens seraient à craindre, et c'est pour les prévenir que l'article 1<sup>er</sup>. de l'ordonnance royale du 7 mai 1828, en réduisant la pression d'épreuve au *triple*, impose aux fabricans l'obligation de donner aux chaudières des épaisseurs suffisantes, pour qu'elles puissent toujours subir cette pression d'épreuve, sans que la force de résistance du métal en soit altérée.

L'expérience a démontré que des substances douées d'élasticité, telles que le cuivre et le fer, ne pourraient, sans être altérées, supporter des tractions ou tensions qui s'approcheraient trop de celles capables de produire leur rupture. Les mêmes altérations auraient nécessairement lieu

pour des chaudières en cuivre laminé ou en tôle qui seraient trop minces. Il est donc bien essentiel que les fabricans conservent à ces chaudières des épaisseurs suffisantes, pour résister à des pressions qu'il convient de porter au triple de celles qui seront exercées, lors des épreuves par la presse hydraulique ou pompe de pression. S'il en était autrement, ces épreuves pourraient les altérer, sans néanmoins y produire aucune rupture, de sorte que les chaudières, après avoir été soumises aux essais, seraient réellement moins résistantes et moins bonnes qu'auparavant.

Les fabricans devront donc faire les chaudières plutôt trop épaisses que trop minces, s'ils ne veulent pas s'exposer à les voir refuser, lors même qu'elles pourraient résister à l'épreuve par la presse hydraulique.

Il est encore bien nécessaire de rappeler ici que l'article 7 de l'ordonnance royale du 29 octobre 1823 prescrit aux Ingénieurs de visiter, au moins une fois par an, les chaudières, de constater leur état, et de provoquer la réforme de celles que le long usage ou une détérioration accidentelle leur ferait regarder comme dangereuses. Or, le seul moyen de constater le bon état d'une chaudière, c'est de la soumettre de nouveau à l'épreuve par la presse hydraulique. Il est donc de toute nécessité que les fabricans ne livrent dans le commerce que des chaudières assez épaisses pour pouvoir être, en tout temps, soumises à cette épreuve, sans en recevoir aucune altération sensible.

Si les épaisseurs qu'on a données jusqu'ici aux chaudières en tôle sont, en général, trop faibles pour l'épreuve par la pression quintuple, elles paraissent convenir pour l'épreuve par la pression triple, et pourvu qu'elles soient conservées, on pourra éprouver les chaudières sans les altérer.

On parviendra, pour tous les cas, à déterminer des épaisseurs convenables, en considérant : 1°. la ténacité de la tôle, eu égard d'ailleurs aux altérations qu'elle doit nécessairement subir ; 2°. le diamètre des chaudières ; 3°. la pression qu'elles sont appelées à supporter intérieurement. Voici le type du calcul :

On exprimera en centimètres et parties décimales du centimètre le diamètre intérieur de la chaudière, laquelle est supposée cylindrique et terminée par des calottes hé-

misphériques (seule forme convenable pour toute chaudière de machine à vapeur à haute pression). On multipliera par 18 ce diamètre ainsi exprimé, et le produit sera ensuite multiplié par le numéro du timbre que la chaudière doit porter, diminué d'une unité. On ajoutera à ce nouveau produit 3000, et on divisera cette somme par 1000 ; le quotient de cette division donnera, en millimètres et parties décimales du millimètre, l'épaisseur cherchée.

Supposé, par exemple, que le diamètre intérieur d'une chaudière soit 80 centimètres, et le numéro de son timbre 5 atmosphères, on multipliera d'abord 80 par 18 : le produit sera 1440. Le numéro du timbre étant 5, ce nombre, diminué d'une unité, deviendra 4, par lequel il faudra multiplier 1440, et le produit sera 5760. A ce nouveau produit on ajoutera 3000, et la somme 8760 sera ensuite divisée par 1000. Cette division se fera à l'instant, en retranchant par une virgule les trois chiffres qui se trouveront à droite dans le nombre 8760. Ces trois chiffres seront des parties décimales du millimètre, tandis que celui qui restera à gauche de la virgule indiquera des millimètres. Ainsi, dans l'exemple cité, l'épaisseur qu'il devra avoir la chaudière sera 8 millimètres et 768 millièmes de millimètre (3 lignes  $\frac{88}{100}$ ).

Les épaisseurs que donne la table qui est jointe à la présente instruction ont été calculées de la manière qui vient d'être indiquée. Elles fourniront des termes de comparaison, à l'aide desquels on estimera, en ayant toutefois égard aux qualités des tôles, si les chaudières sont suffisamment épaisses pour subir les épreuves. Ces données pourront satisfaire à un grand nombre de cas. Quant aux épaisseurs qu'on ne trouvera pas calculées d'avance, on les déterminera facilement à l'aide de la méthode ci-dessus, généralisée dans la formule qui est à la suite de la table.

Les chaudières des machines à vapeur à haute pression ne doivent jamais avoir une épaisseur moindre de 2 millimètres (2 lignes). Mais si, d'un côté, on ne peut faire usage de chaudières trop minces, d'un autre côté, il y aurait des inconvéniens à se servir de chaudières trop épaisses. L'observation a prouvé que, dans ce dernier cas, elles s'altèrent

beaucoup par l'action du feu. Les praticiens portent le *maximum* d'épaisseur à 14 millimètres (6 lignes environ). Cette limite oblige à restreindre beaucoup les diamètres que l'on peut donner, sans inconvéniens, aux chaudières des machines qui doivent travailler à une très-haute pression. On voit, en effet, par la table jointe à la présente instruction ; qu'une chaudière, portant le timbre 8 atmosphères, ne pourrait avoir qu'un diamètre compris entre 85 et 90 centimètres.

D'après ce qui précède, ne pourrait être admise toute chaudière qui serait trop mince, à raison de son diamètre et du numéro du timbre qui correspondrait à la pression projetée, et à laquelle chaudière on n'aurait pu cependant donner une épaisseur suffisante, sans dépasser le *maximum* ci-dessus. Dans ce cas, il faudrait appliquer à cette chaudière un timbre d'un numéro inférieur ; ou si le fabricant tenait à avoir le timbre correspondant à la pression primitivement projetée, il devrait remplacer cette même chaudière par une autre d'un moindre diamètre.

Il est essentiel de faire observer ici que la méthode qui vient d'être exposée ne s'applique pas aux tubes bouilleurs. A proportion de leurs petits diamètres, on donne toujours à ces tubes des épaisseurs beaucoup plus grandes qu'aux chaudières, attendu que, par leur position au milieu du foyer, ils sont plus exposés à se détériorer.

Dans le cas où la chaudière devrait être en cuivre laminé, on pourrait aussi se servir de la table ou de la formule pour déterminer son épaisseur. Les fabricans sont dans l'usage de ne pas donner aux chaudières en cuivre des épaisseurs plus grandes qu'à celles en tôle, parce que, si, d'une part, cette dernière a une ténacité plus grande que celle du cuivre, d'une autre part, la tôle présente de très-grandes différences de qualités, non-seulement d'une feuille à une autre, mais encore dans une même feuille ; ce qui n'a pas lieu pour le cuivre, dont toutes les plaques ou feuilles sont en général d'une qualité plus constante. Cependant, si le cuivre n'était pas reconnu d'une très-bonne qualité, il serait nécessaire d'augmenter l'épaisseur donnée par la table ou par la formule, d'environ un ou deux dixièmes de cette épaisseur.

Quelques détails sur la manière de procéder aux épreu-

ves, à l'aide de la presse hydraulique ou pompe de pression, termineront utilement la présente instruction.

Pour éprouver les chaudières, on chargera leurs soupapes de sûreté de poids convenables ; pour les épreuves des tubes bouilleurs, des cylindres et des enveloppes, c'est la soupape de la presse hydraulique que l'on chargera autant qu'il sera nécessaire.

Le poids qui devra former la charge d'une soupape pour une pression d'épreuve donnée sera déterminé de la manière suivante.

On exprimera en centimètres et parties décimales du centimètre le diamètre de la soupape. On élèvera ce diamètre au carré, c'est-à-dire qu'on le multipliera par lui-même. Ce carré étant multiplié par 811, et ensuite le produit étant divisé par 1000, on obtiendra, en kilogrammes et parties décimales du kilogramme, le poids qui formera la charge directe pour une pression atmosphérique. Il ne restera plus qu'à multiplier ce poids par le nombre de pressions atmosphériques voulu pour l'épreuve.

Soit, par exemple ; une soupape ayant un diamètre de 3 cent. 6. On élèvera ce nombre au carré, ce qui donnera 12,96. Ce carré, multiplié par 811, produira 10510,56. On divisera ce dernier nombre par 1000 (ce qui se fera aisément en avançant la virgule décimale de trois rangs vers la gauche), et on aura 10kilog.,51056, qui formeront la charge directe pour une atmosphère.

S'il fallait élever la pression d'épreuve à 12 atmosphères, le poids trouvé 10kilog.,51 devrait être multiplié par 12 ; il faudrait le multiplier par 20 si la pression d'épreuve devait être de 20 atmosphères. Supposé ce dernier cas, on aurait 210kilog.,2 pour la charge directe, c'est-à-dire pour la charge qu'il faudrait mettre sur la tête de la soupape.

Mais si la soupape était chargée au moyen d'un levier, ce poids 210kilog.,2 devrait être multiplié par le petit bras de ce levier, et le produit divisé par le grand bras (1).

(1) Le petit bras est la partie du levier comprise entre son point d'appui et le point par lequel il s'applique sur la tête de la soupape. Le grand bras est la partie du levier comprise entre le même point d'appui et le point d'application du poids qui sert à charger la soupape.

Soient 2 la longueur du petit bras, 15 la longueur du grand : alors on multiplierait 210kilog.,2 par 2, et on diviserait le produit 420kilog.,4 par 15, ce qui donnerait 28kilog.,03 pour le poids à appliquer au bout du levier. Ce poids aurait été 21kilog.,02, dixième de la charge directe, si les bras du levier s'étaient trouvés dans le rapport de 1 à 10. Les principaux mécaniciens de Paris ont adopté ce rapport, qui abrège les calculs : il serait utile qu'on en fit de même dans toutes les fabriques de machines à vapeur et de presses hydrauliques.

Les opérations numériques qui précèdent sont, au reste, résumées dans les formules qui terminent les explications jointes à la présente instruction.

Enfin, il est à observer qu'avant de procéder aux épreuves on devra s'assurer que les soupapes sont bien faites, et qu'elles ont été rodées avec beaucoup de soin.

Lorsqu'une soupape est défectueuse, on voit l'eau jaillir d'un seul côté, bien avant que la pression prescrite ait été atteinte; on ne peut être certain d'avoir produit cette pression qu'autant que la soupape, se soulevant tout-à-coup, laisse échapper l'eau en forme de nappe sur tout son contour.

TABLE des Épaisseurs à donner aux Chaudières en tôle, pour les Machines à vapeur.

DIAMÈTRES des chaudières.	NUMÉROS DES TIMBRES.						
	2	3	4	5	6	7	8
	atmosph.	atmosph.	atmosph.	atmosph.	atmosph.	atmosph.	atmosph.
cent.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.	mm.
50.	3,90	4,80	5,70	6,60	7,50	8,40	9,30
55.	3,99	4,98	5,97	6,96	7,95	8,94	9,93
60.	4,08	5,16	6,24	7,32	8,40	9,48	10,56
65.	4,17	5,34	6,51	7,68	8,85	10,02	11,19
70.	4,26	5,52	6,78	8,04	9,30	10,56	11,82
75.	4,35	5,70	7,05	8,40	9,75	11,10	12,45
80.	4,44	5,88	7,32	8,76	10,20	11,64	13,08
85.	4,53	6,06	7,59	9,12	10,65	12,18	13,71
90.	4,62	6,24	7,86	9,48	11,10	12,72	14,34
95.	4,71	6,42	8,13	9,84	11,55	13,26	14,97
100.	4,80	6,60	8,40	10,20	12,00	13,80	15,60

Formule et explications relatives à la table qui précède.

Les nombres de la première colonne verticale de cette table indiquent les diamètres des chaudières exprimés en centimètres, et ceux de la première ligne horizontale, les numéros des timbres qu'on applique aux chaudières. Les autres nombres sont les épaisseurs exprimées en millimètres et centièmes de millimètre.

Cela posé, soit une chaudière dont le diamètre serait 75 centimètres, et le numéro du timbre 5 atmosphères. On cherchera le nombre qui se trouve, en même temps, sur la ligne du diamètre 75 et dans la colonne 5 atmosphères; ce nombre, qui est 8,40, sera l'épaisseur cherchée, exprimée en millimètres et centièmes de millimètre, laquelle sera donc 8 millimètres et 40 centièmes de millimètre.

Le *maximum* d'épaisseur ayant été porté à 14 millimètres, ainsi qu'il est dit dans l'instruction qui précède, une chaudière marquée du timbre 8 atmosphères devra toujours avoir un diamètre au-dessous de 90 centimètres. Le calcul donne 87 cent, 3. Il est évident que toute chaudière dont le diamètre excédera ce dernier nombre ne pourra porter qu'un timbre d'un numéro inférieur. Pour les timbres au-dessus de 8 atmosphères, il n'est pas moins évident que les diamètres devront être toujours plus petits à mesure que les numéros de ces timbres seront plus élevés.

La table donne les épaisseurs pour les chaudières portant les timbres 2, 3, 4, 5, 6, 7 et 8 atmosphères, et dont les diamètres sont de 50 à 100 centimètres inclusivement. Pour les timbres et les diamètres non indiqués, on calculera les épaisseurs correspondantes par la formule suivante :

$$e = \frac{18 d (n - 1) + 3000}{1000} \quad (1).$$

Dans cette formule,  $e$  représente l'épaisseur cherchée, qu'on obtiendra exprimée en millimètres;  $d$ , le diamètre

(1) De cette formule, mise sous cette autre forme :

$$e = 0,018 d (n - 1) + 3,$$

intérieur de la chaudière, exprimé en centimètres;  $n$ , le numéro du timbre de la chaudière.

Le coefficient 18 dépend, d'une part, des nouvelles mesures prescrites pour la pression d'épreuve; et, d'une autre part, du rapport qu'on a déduit de considérations pratiques, entre la valeur d'une pression atmosphérique et celle de la ténacité de la tôle, pour une même surface.

Le nombre 3000, ajouté au numérateur, se trouvant divisé par 1000, exprime une épaisseur constante de 3 millimètres, indépendante de toute tension de la vapeur, et qui est indispensable, tant pour constituer le corps de la chaudière, que pour compenser ce que la tôle peut perdre de sa ténacité, par la courbure qu'on lui fait subir, par l'élévation de température et par l'usure.

on tire,

$$d = \frac{e - 3}{0,018 (n - 1)} \quad (a)$$

$$n = \frac{e - 3}{0,018 d} + 1 \quad (b)$$

La formule (a) servira à déterminer, pour un timbre d'un numéro donné, le plus grand diamètre que pourra avoir une chaudière, sans dépasser l'épaisseur qu'on prendra pour *maximum*.

Sil'on fait cette épaisseur égale à 14 millimètres, et si l'on suppose le timbre de huit atmosphères, alors  $e = 14$ ,  $n = 8$ , et on a,

$$d = \frac{14 - 3}{0,018 (8 - 1)} = \frac{11}{0,018 \times 7} = 87 \text{ cent, } 3, \text{ valeur indiquée plus haut.}$$

La formule (b) sera employée pour trouver le timbre du plus haut numéro qu'il sera possible d'appliquer à une chaudière, eu égard à son épaisseur et à son diamètre.

Soient :  $e = 11 \text{ mm}$ , et  $d = 98 \text{ cent}$ ,

on a,

$$n = \frac{11 - 3}{0,018 \times 98} + 1 = \frac{8}{1,764} + 1 = 4,535 + 1 = 5,535.$$

Ainsi, la chaudière prise pour exemple, ne pourrait porter que le timbre indiquant 5  $\frac{1}{2}$  atmosphères.

Soient :

$$d = 83, \text{ et } n = 4\frac{1}{2} \text{ atm.},$$

on aura ,

$$e = \frac{18 \times 83 (4\frac{1}{2} - 1) + 3000}{1000}$$

$$= \frac{1494 (3\frac{1}{2}) + 3000}{1000} = \frac{5229 + 3000}{1000}$$

$$= \frac{8229}{1000} = 8\text{mm.}, 229 \text{ ou } 8\text{mm.}, 23.$$

En commençant la table par le timbre indiquant *deux atmosphères*, on l'a rendue applicable, autant qu'il est nécessaire, à la basse pression. On a jugé inutile de comprendre le timbre qui se rapporte à *une atmosphère et demie*, attendu que, pour cette basse pression, les fabricans sont dans l'usage de donner aux chaudières des épaisseurs qui sont toujours proportionnellement plus grandes que pour les pressions supérieures.

*Formules relatives à l'épreuve des chaudières, tubes bouilleurs, cylindres et enveloppes de cylindres.*

Soient : P le poids pour la charge directe d'une soupape, et p le poids pour la charge avec le levier, l'un et l'autre exprimés en kilogrammes et parties décimales du kilogramme ; d le diamètre de la soupape, exprimé en centimètres et parties décimales du centimètre ; n le numéro du timbre ; B le grand bras du levier, et b le petit bras. Cela posé, on aura,

$$P = \frac{d^2 \times 811 (n - 1) m}{1000}, \text{ et}$$

$$p = \frac{d^2 \times 811 (n - 1) m}{1000} \times \left(\frac{b}{B}\right). \quad (1)$$

(1) Dans ce qui précède, le levier est considéré comme étant sans pesanteur ; ou, ce qui revient au même, il est supposé mis en équilibre sur son point d'appui au moyen d'une espèce de contre-poids. Quoique les leviers dont on se sert ordinairement ne soient pas ainsi disposés, on opère, le plus souvent, comme s'ils n'étaient point pesans.

Néanmoins, si, dans certaines circonstances, il était jugé utile de

On fera  $m = 3$ , si la pression d'épreuve doit être *triple* ; si cette pression doit être *quintuple*, alors on fera  $m = 5$ .

Supposé une chaudière en fonte : dans ce cas,  $m = 5$ .

Soient :  $d = 4, 2$  ;  $n = 4$  ;  $B = 23$ , et  $b = 2$ .

On aura, pour la charge directe ,

$$P = \frac{4, 2 \times 4, 2 \times 811 (4 - 1) 5}{1000}$$

$$= \frac{17, 64 \times 811 \times 3 \times 5}{1000} = 214^{\text{kilog.}}, 5906;$$

Et, pour la charge au moyen du levier,

$$p = 214^{\text{kilog.}}, 59 \times \left(\frac{2}{23}\right) = 18^{\text{kilog.}}, 66.$$

Si, toutes choses égales d'ailleurs, la chaudière était en tôle, il faudrait faire  $m = 3$ , et alors on trouverait,

$$P = 128^{\text{kilog.}}, 75436$$

$$p = 11^{\text{kilog.}}, 196.$$

Paris, le 12 juillet 1828.

*Le Conseiller d'état, Directeur général des ponts et chaussées et des mines,*

Signé BECQUEY.

Approuvé le 12 juillet 1828,

*Le Ministre Secrétaire d'état au département de l'intérieur,*

Signé DE MARTIGNAC.

tenir compte de la pression que le levier seul exerce sur la tête de la soupape, on pourrait alors retrancher de la charge  $p$  la moitié du poids du levier. Nommant  $s$  ce poids et  $p'$  la charge corrigée, on aurait, sinon toujours rigoureusement, du moins avec une exactitude suffisante pour la pratique,  $p' = p - \frac{1}{2} s$ .

*Ordonnance du Roi portant règlement sur les machines à vapeur à haute pression.*

CHARLES, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre Secrétaire d'État au département de l'intérieur;

Vu l'ordonnance du 29 octobre 1823, relative aux machines à vapeur à haute pression;

Notre Conseil d'État, entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. 1<sup>er</sup>. La pression d'épreuve qui a été prescrite par l'ordonnance du 29 octobre 1823 est réduite, pour les chaudières en cuivre ou en fer battu, au triple de la pression qui doit faire agir habituellement les machines auxquelles elles sont destinées. Toutefois les fabricans donneront aux dites chaudières des épaisseurs suffisantes, pour qu'elles puissent toujours subir la pression d'épreuve, sans que la force de résistance du métal en soit altérée.

II. Les tubes bouilleurs qui doivent être adaptés aux chaudières des machines à haute pression sont assujettis au même régime d'épreuve et de surveillance que les chaudières.

Lorsque ces tubes seront de nature à être soumis à une pression d'épreuve différente de celle qui est exigée pour la chaudière à laquelle ils doivent être adaptés, ils seront éprouvés séparément.

Dans le cas contraire, ils seront éprouvés faisant corps avec la chaudière ou séparément, au choix du fabricant ou du propriétaire de la machine.

Dé quelque manière que l'épreuve ait été faite, chaque tube bouilleur sera marqué d'un timbre indiquant le degré de pression qui doit faire agir habituellement la machine à laquelle il est destiné.

III. Les cylindres en fonte des machines à vapeur à haute pression et les enveloppes en fonte de ces cylindres seront éprouvés à l'aide d'une pression quintuple de celle que la vapeur doit avoir dans l'exercice habituel de la machine. Après l'épreuve, les cylindres et les enveloppes seront

marqués d'un timbre indiquant le degré de pression habituel de la vapeur.

IV. La force de pression à prendre, comme terme de départ, pour les épreuves doit être égale à celle qui, dans l'exercice habituel de la machine, tend à faire rompre les parois des chaudières, tubes bouilleurs, cylindres et enveloppes, c'est-à-dire à la force de tension que la vapeur doit avoir habituellement, diminuée de la pression extérieure de l'atmosphère.

V. Notre Ministre Secrétaire d'état au département de l'intérieur est chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

Donnée en notre château des Tuileries, le 7 mai de l'an de grâce 1828, et de notre règne le quatrième.

Signé CHARLES.

Par le Roi : *Le Ministre Secrétaire d'état au département de l'intérieur,*

Signé DE MARTIGNAC.

*Circulaire du 1<sup>er</sup> août 1828, à MM. les Préfets des départemens, relative aux ordonnances royales des 2 avril 1823 et 25 mai 1828, concerant les machines à vapeur employées sur les bateaux.*

Monsieur le Préfet, vous connaissez l'ordonnance du Roi du 25 mai dernier (*Bulletin des lois*, n<sup>o</sup>. 233, p. 497), relative aux machines à vapeur employées sur les bateaux.

Déjà une ordonnance du 2 avril 1823 (*Bulletin des lois*, n<sup>o</sup>. 601, p. 306) avait prescrit quelques dispositions réglementaires relatives à ces bateaux; mais il importait de s'occuper plus particulièrement du moteur.

Afin de garantir encore davantage la sûreté de l'équipage et des passagers et la conservation des marchandises, on a reconnu qu'il était indispensable d'assujettir les chaudières des machines à vapeur à basse pression, employées sur les bateaux, et leurs tubes bouilleurs, aux conditions

de sûreté qui sont prescrites par plusieurs articles de l'ordonnance du 29 octobre 1823, relative aux machines à vapeur à haute pression, et par l'ordonnance du 7 mai 1828, concernant les chaudières et les tubes bouilleurs des machines à haute pression.

L'usage des chaudières et des tubes bouilleurs en fonte de fer sur les bateaux à vapeur est prohibé.

Enfin, les cylindres en fonte des machines à vapeur à basse pression employés dans les bateaux et les enveloppes de ces cylindres doivent être éprouvés et timbrés, ainsi que l'ordonnance du 7 mai dernier le prescrit pour les cylindres et les enveloppes de cylindres faisant partie des machines à haute pression.

Telles sont les dispositions principales contenues dans l'ordonnance du 25 mai 1828. Comme elle se réfère aux ordonnances des 29 octobre 1823 et 7 mai 1828, je ne puis, Monsieur le Préfet, que vous rappeler les deux instructions que j'ai eu l'honneur de vous adresser les 19 mai 1825 et 16 juillet dernier, relativement à l'exécution de ces ordonnances.

La table des épaisseurs à donner aux chaudières en tôle pour les machines à vapeur, qui est insérée page 497 de cette dernière instruction, pourra aussi servir pour les chaudières dont il s'agit ici. En effet, cette table commençant par le timbre 2 atmosphères, est applicable autant qu'il est nécessaire à la basse pression. On a jugé inutile d'y comprendre le timbre qui se rapporte à une atmosphère et demi, attendu que, pour cette basse pression, les fabricans sont dans l'usage de donner aux chaudières des épaisseurs qui sont toujours proportionnellement plus grandes que pour les pressions supérieures.

La commission de surveillance qui a dû être formée par vous, Monsieur le Préfet, conformément à l'art. 1<sup>er</sup> de l'ordonnance du 2 avril 1823, aura de nouveaux devoirs à remplir. Je suis assuré qu'elle se pénétrera de la gravité des nouvelles dispositions qui sont prescrites, et qu'elle y tiendra strictement la main.

Je vous prie de lui faire connaître l'instruction du 7 mai 1825, dont je vous adresse de nouveaux exemplaires, et l'instruction du 12 juillet dernier, annexée à ma circulaire du 16 du même mois.

Chef de la division des mines, Signé LAUBRY.

Je vous prie aussi de transmettre ces instructions aux propriétaires de bateaux à vapeur, et aux fabricans de machines à basse pression employées à la navigation dans votre département.

Ils verront qu'ils peuvent se procurer les plaques servant de timbre à la Monnaie royale des médailles, rue Guénégaud, n<sup>o</sup>. 8, à Paris, et les rondelles de métal fusible chez M. Collardeau, rue de la Cerisaie, n<sup>o</sup>. 3, à Paris.

J'ai cru utile de faire imprimer à la suite de la présente les deux ordonnances des 2 avril 1823 et 25 mai 1828. Je vous invite à distribuer les exemplaires que je vous transmets aux différentes personnes qui ont intérêt à connaître ces ordonnances.

MM. les Ingénieurs des mines et des ponts et chaussées se trouvent aujourd'hui appelés à une nouvelle intervention. Si j'ai réclamé de leur part une surveillance assidue et éclairée, et de la vôtre une sollicitude constante, pour les établissemens qui font usage de machines à vapeur à haute pression, je vous prie de donner, ainsi qu'eux, les mêmes soins à l'exécution de l'ordonnance du 25 mai dernier, pour les machines à vapeur à basse pression employées sur les bateaux.

Vous reconnaîtrez, en effet, que les accidens qui peuvent arriver à la machine à vapeur d'un bateau sont de nature à faire craindre des conséquences bien dommageables à l'industrie, et sur-tout très-dououreuses pour l'humanité, par la perte et le nombre des victimes auxquelles tout moyen de salut par la fuite est interdit, et qui sont en outre exposées à périr dans les flots, si elles n'ont pas été atteintes par l'explosion.

Je vous prie, Monsieur le Préfet, de m'accuser réception de la présente.

J'ai l'honneur d'être, avec la considération la plus distinguée, Monsieur le Préfet, votre très-humble et très-obéissant serviteur,

Le Conseiller d'état, Directeur général des ponts et chaussées et des mines,

Signé BECQUEY.

Pour ampliation :

Le Chef de la division des mines, Signé LAUBRY.

*Ordonnance du Roi relative aux bateaux à vapeur.*

LOUIS, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre Secrétaire d'état au département de l'intérieur ;

Vu la loi du 29 floréal an 10 ( 19 mai 1802 ) ;

Vu les arrêtés du Préfet du département de la Gironde, des 15 novembre 1821 et 27 mars 1823, pour la police des bateaux à vapeur établis sur la Garonne ;

Vu les observations et avis de notre Ministre de la marine, du 27 août 1822, sur lesdits arrêtés ;

Vu l'avis du Conseil général des ponts et chaussées, du 19 octobre suivant ;

Considérant que les lois et réglemens existans, appliqués aux bateaux à vapeur, ne garantissent pas d'une manière suffisante la sûreté de l'équipage et des passagers, et qu'ainsi il y a nécessité de recourir à des dispositions spéciales ;

Considérant qu'il importe d'établir, pour la police de ce genre de navigation déjà introduit sur plusieurs fleuves, des mesures générales et uniformes, en laissant à l'autorité locale le soin de faire des réglemens particuliers qui en dérivent ;

Notre Conseil d'état entendu ;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. 1<sup>er</sup>. Dans les départemens où il existe des fleuves, rivières ou côtes sur lesquels seront ou pourront être établis des bateaux à vapeur, le Préfet formera une ou plusieurs Commissions composées de personnes expérimentées, et présidées soit par un Ingénieur en chef des ponts et chaussées et des mines, soit, à son défaut, par un Ingénieur ordinaire.

Cette Commission sera chargée, sous la direction du Préfet, de s'assurer que les bateaux à vapeur sont construits avec solidité, particulièrement en ce qui concerne l'appareil moteur ; que cet appareil est soigneusement entretenu dans toutes ses parties, et ne présente aucune probabilité d'effraction, ni aucune détérioration dangereuse.

II. Aucun bateau à vapeur ne pourra entrer en navigation qu'après que la Commission aura constaté la solidité de construction et le bon état de la machine, et que le Préfet aura notifié aux propriétaires qu'il a reçu et approuvé le procès-verbal de la Commission.

III. La Commission fera, chaque trimestre, une visite des bateaux à vapeur, et en adressera au Préfet le procès-verbal, où seront consignées ses propositions sur les mesures à prendre dans le cas où l'état de l'appareil présenterait des dangers probables.

Indépendamment de cette visite trimestrielle, la Commission devra en faire d'autres toutes les fois qu'elle en recevra l'ordre du Préfet.

IV. Les bateaux à vapeur sont assujettis, pour ce qui concerne le nombre des passagers, les heures du départ, la composition de l'équipage et l'état des bâtimens, aux lois et réglemens pour la navigation, qui sont en vigueur soit sur les côtes, soit sur les fleuves et rivières.

En conséquence, quand les bateaux seront dans le cas de naviguer dans la circonscription des arrondissemens maritimes, les capitaines devront être munis d'un permis de navigation ou d'un rôle d'équipage ; et lorsqu'ils navigueront seulement dans l'intérieur, ils seront assujettis à la surveillance des officiers de port, ainsi qu'aux réglemens particuliers du Préfet pour tout ce qui se rapporte à la police des départs et à la sûreté des embarcations.

V. Notre Ministre Secrétaire d'état au département de l'intérieur est chargé de l'exécution de la présente ordonnance.

Donnée en notre château des Tuileries, le 2 avril, l'an de grâce 1823, et de notre règne le vingt-huitième.

Signé LOUIS.

Par de Roi : Le Ministre Secrétaire d'état au département de l'intérieur,

Signé CORBIÈRE.

*Ordonnance du Roi contenant des dispositions relatives aux chaudières des machines à vapeur, à basse pression, employées sur des bateaux.*

CHARLES, etc., etc., etc.

Sur le rapport de notre Ministre Secrétaire d'état au département de l'intérieur,

Vu les ordonnances des 2 avril, 29 octobre 1823 et 7 mai 1828,

Voulant pourvoir de plus en plus à la sûreté de la navigation qui se fait au moyen des bateaux à vapeur, et ajouter aux réglemens généraux et spéciaux déjà publiés des dispositions que l'expérience a fait reconnaître nécessaires;

Notre Conseil d'état entendu;

Nous avons ordonné et ordonnons ce qui suit :

ART. 1er. Les chaudières des machines à vapeur à basse pression, c'est-à-dire, qui fonctionnent à une pression de deux atmosphères et au-dessous, employées sur les bateaux à vapeur, sont, ainsi que leurs tubes bouilleurs, assujetties aux conditions de sûreté qui sont prescrites pour les chaudières et les tubes bouilleurs des machines à haute pression par les articles 2, 3, 4 et 5 et le paragraphe 1er. de l'art. 7 de l'ordonnance du 29 octobre 1822, et par l'ordonnance du 7 mai 1828.

II. L'usage des chaudières et des tubes bouilleurs en fonte de fer sur les bateaux à vapeur est prohibé, quelle que soit la pression de la vapeur dans les machines employées.

III. Les cylindres en fonte des machines à vapeur à basse pression employés sur les bateaux, et les enveloppes en fonte de ces cylindres, seront éprouvés et timbrés, ainsi que l'ordonnance du 7 mai 1828 le prescrit pour les cylindres et les enveloppes de cylindres faisant partie des machines à haute pression.

IV. Les dispositions qui précèdent sont, ainsi que celles

de l'ordonnance du 2 avril 1823, applicables à tout bateau stationnaire, dans lequel on fait usage d'une machine à vapeur.

V. Les Commissaires créés par l'ordonnance du 2 avril 1823 surveilleront l'exécution des dispositions indiquées ci-dessus, et la constateront dans leurs procès-verbaux.

VI. En cas de contravention à la présente ordonnance, les propriétaires de bateaux pourront encourir l'annulation du permis de navigation ou de stationnement qui leur aurait été concédé, sans préjudice des peines, dommages et intérêts qui seraient prononcés par les tribunaux.

VII. Notre Ministre Secrétaire d'état de l'intérieur est chargé de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des lois.

Donnée en notre château des Tuileries, le 25 mai, l'an de grâce 1828, et de notre règne le quatrième.

Signé CHARLES.

De par le Roi : Le Ministre Secrétaire d'état au département de l'intérieur,

Signé DE MARTIGNAC.

Note sur la manière de calculer les épaisseurs des chaudières en tôle des machines à vapeur.

Dans l'instruction qu'on vient de lire, on a dû se borner à rapporter la formule qui servira à régler les épaisseurs à donner aux chaudières en tôle des machines à vapeur ; mais on a pensé qu'il pourrait être utile de faire connaître ici les considérations d'après lesquelles on s'est déterminé à adopter cette formule.

On a supposé, dans ce qui va suivre, que la chaudière est de forme cylindrique et terminée, à chacune de ses extrémités, par une demi-sphère. Cette forme est, comme on sait, la meilleure pour les chaudières des machines à vapeur, et la seule convenable pour celles des machines à haute pression.

Pour qu'une chaudière de cette forme résiste par-tout également aux pressions intérieures décomposées perpendiculairement à un plan passant par son axe, il suffit, d'après le calcul, de donner à chacune des parties hémisphériques une épaisseur égale à la moitié (1) de celle de la

(1) A la rigueur, elle devrait être un peu moindre ; mais la différence est tellement petite, qu'il est inutile d'y avoir égard. En effet, soient  $e$  et  $e'$  les épaisseurs de deux chaudières, dont la première serait cylindrique et la seconde sphérique ; si, du reste, tout est égal de part et d'autre entre ces deux chaudières supposées dans le vide, on a,

$$e' = e \times \left( \frac{-1 + \sqrt{a+1}}{a} \right).$$

$a$  représente le rapport entre la force qui agit, sur une certaine surface, pour faire rompre la chaudière, et la ténacité du métal de la chaudière, pour une même surface. Dans le cas où cette force serait de 7 atmosphères, c'est-à-dire de 7<sup>kilog</sup>, 231 par centimètre carré, et la ténacité de 2580 kilogrammes pour cette même surface, on aurait,  $a = 0,0028027132$  et

$$e' = e \times \left( \frac{-1 + \sqrt{0,0028027132+1}}{0,0028027132} \right) = e \times 0,49965.$$

partie cylindrique. Cependant, les praticiens ont, avec raison, jugé nécessaire de conserver aux calottes hémisphériques la même épaisseur qu'à la partie cylindrique, à cause que les feuilles de tôle employées à former les calottes dont il s'agit sont plus exposées, que celles du corps de la chaudière, à être altérées par le travail dépendant de la fabrication. Ainsi, pour connaître l'épaisseur à donner à une chaudière, il suffit de chercher celle que doit avoir la partie cylindrique, et on a cette épaisseur par la formule suivante :

$$e = \frac{dP}{2t} \quad (a).$$

Dans cette formule, on obtient l'épaisseur  $e$ , exprimée en centimètres, si le diamètre intérieur  $d$  est aussi exprimé en centimètres :  $P$  est la pression exercée intérieurement par la vapeur, et  $t$  la ténacité de la tôle, ces deux quantités étant rapportées à une même surface, prise pour unité (1).

Cette même formule suppose la chaudière dans le vide, mais, comme elle est pressée extérieurement par l'air, la force qui tend à la rompre est égale à la tension de la vapeur, diminuée de la pression de l'atmosphère. Soit  $p$  la valeur de cette pression sur l'unité de surface, et soit  $n$  le nombre par lequel une pression atmosphérique doit être multipliée, pour avoir la force de ressort de la vapeur dans l'intérieur de la chaudière : cela posé, la pression, sur l'unité de surface, est  $pn$ , à l'intérieur, et  $p$ , à l'extérieur. Par conséquent, la force qui agit sur l'unité de surface pour faire rompre la chaudière, abstraction faite de son épaisseur, est  $pn - p = p(n - 1)$ , et la formule (a) devient,

$$e = \frac{dp(n-1)}{2t} \quad (b).$$

(1) L'épaisseur que donne la formule (a) convient au seul cas qu'il importe de considérer, celui où le plan de rupture passe par l'axe de la chaudière. Si l'on supposait le plan de rupture perpendiculaire à cet axe, alors on rentrerait dans le cas d'une chaudière sphérique, dont l'épaisseur  $e'$  devrait être, tout au plus, égale à la moitié de l'épaisseur  $e$  d'une chaudière cylindrique.

Mais si l'on calculait l'épaisseur d'après cette formule, elle serait beaucoup trop petite, puisqu'alors il y aurait seulement équilibre entre la force qui tendrait à faire rompre la chaudière, et la résistance que celle-ci opposerait à cette même force, à raison de la ténacité de la tôle. Il s'agit maintenant de déterminer de combien il convient d'augmenter l'épaisseur  $e$ , pour satisfaire à toutes les conditions.

D'après les dispositions de la nouvelle ordonnance royale du 7 mai 1828, il faut déjà multiplier par 3 la quantité qui donne la valeur de  $e$ , pour le cas d'équilibre dont il vient d'être parlé; ensuite multiplier le produit encore par 3, puisqu'une chaudière, pour ne pas être altérée, doit être capable de résister à une pression triple de celle qui sera exercée lors de l'épreuve par la presse hydraulique. Multipliant donc par  $3 \times 3$  le second membre de la formule (b), on a

$$e = \frac{dp(n-1)3 \times 3}{4}$$

$$= \frac{dp(n-1)4,5}{4} \quad (c)$$

Si l'on prend le centimètre carré pour unité de surface, on a  $p = 1$  kilogramme.

Dans ce cas,  $e$  est la ténacité de la tôle, par centimètre carré; ce serait la ténacité du cuivre, pour une même surface, si la chaudière était faite avec ce dernier métal.

On admet, assez généralement, que la ténacité de la tôle est, par centimètre carré, de 3000 kilogrammes; c'est-à-dire égale, à-peu-près, à celle du fer de médiocre qualité.

Voici les résultats de quelques expériences qui viennent d'être répétées, avec tous les soins possibles, sur la ténacité du fer, de la tôle, et aussi sur celle du cuivre. Les ténacités de ces métaux sont rapportées à une même surface, celle d'un centimètre carré, et exprimées en kilogrammes et parties décimales du kilogramme (1).

(1) Ces expériences ont été faites par MM. Tremery et Poirier-Saint-Brice.

10. Fer. On a trouvé que la ténacité du très-bon fer forgé est égale à 4345,273

Pour du fer de la même qualité, mais chauffé jusqu'au rouge sombre, la ténacité n'est plus que 780,063.

Ainsi, la ténacité de ce dernier est seulement un peu plus que  $\frac{1}{5}$  de celle du fer à froid (1).

20. Tôle. Deux expériences ont été faites sur des tôles reconnues pour être de la meilleure qualité.

La première a donné, pour la ténacité de la tôle... 4015,4

La seconde... 3856,0

$$\text{Moyenne} \dots = \frac{4015,4 + 3856,0}{2} = 3935,7$$

30. Cuivre. On a soumis à l'expérience du cuivre laminé, d'une excellente qualité, et l'on a trouvé, pour la ténacité de ce métal... 2602,2.

On suppose ordinairement que la ténacité du cuivre est environ les deux tiers de celle de la tôle: or,  $2602,2 \times \frac{2}{3} = 3903,3$ ; nombre très-peu au-dessous de la moyenne 3935,7 des deux expériences qui ont été faites sur d'excellentes tôles.

Maintenant, si dans la formule (c) on substitue à  $p$  sa valeur 1,033, elle devient,

$$e = \frac{d \times 1,033 (n-1) 4,5}{4} = \frac{4,6485}{4} \times d(n-1) \quad (d)$$

(1) M. Cagniard-Latour a bien voulu, par ses soins éclairés, concourir au succès de ces deux expériences, qui ont été faites à Clichy, dans une usine qu'on disposait pour obtenir, par la décomposition de l'huile, du gaz hydrogène destiné à l'éclairage. Les cornues ou retorts en fer, dans lesquelles on opérât cette décomposition, étant chauffées jusqu'au rouge sombre, il était important de déterminer la ténacité du fer amené à cet état.

Il semblerait qu'il ne reste plus qu'à substituer à  $t$  sa valeur, pour avoir celle du coefficient  $\frac{4,6485}{t}$ . Mais les

détails qui suivent font voir qu'il ne peut en être ainsi, et que la détermination de ce coefficient dépend de considérations puisées dans la pratique.

D'après ce qui précède, on serait porté à penser qu'on ne s'exposerait pas à donner à  $t$  une trop grande valeur, en prenant la ténacité 3000, indiquée plus haut comme étant assez communément admise. Cependant il est impossible, en pratique, de prendre pour base une ténacité aussi considérable.

En effet, si dans la formule on faisait  $t = 3000$ , on aurait, pour les petits diamètres et les tensions peu élevées, des épaisseurs beaucoup trop petites; et, en même temps, les épaisseurs seraient un peu faibles pour les grands diamètres et les fortes tensions. Si l'on diminuait la valeur de  $t$  pour avoir, dans le premier cas, des épaisseurs suffisantes, on serait conduit, pour les grands diamètres et les tensions très-élevées, à des épaisseurs excessives, que les praticiens rejetteraient.

La difficulté qui se présente ici tient à ce que, dans la formule, tout se rapporte à la force qui agit pour faire rompre la chaudière, et qui dépend de la tension de la vapeur, et, par conséquent, de la valeur de  $n$ . A mesure que  $n$  diminue, l'épaisseur  $e$  diminue aussi, et on a  $e = 0$ , lorsque  $n = 1$ . Ce serait le cas d'une chaudière qui renfermerait de la vapeur ayant une force de ressort égale à une pression atmosphérique. D'après la formule, une telle chaudière serait impossible en pratique et purement idéale, puisqu'elle devrait être sans épaisseur.

On peut bien théoriquement supposer, pour former des chaudières, des feuilles de tôle toujours plus minces, et dont les épaisseurs finiraient par devenir nulles. Mais le travail relatif à la fabrication ne saurait s'appliquer qu'à des feuilles qui ont des épaisseurs sensibles. Ainsi on doit, avant tout, pour rendre ce travail possible, supposer une certaine épaisseur, indépendante de toute tension de la vapeur; on doit aussi, et toujours indépendamment de cette tension, porter encore, en plus, une autre épaisseur, pour compenser ce que la tôle peut perdre de sa ténacité,

par la courbure qu'on lui fait subir, par l'élevation de température et par l'usure. La moindre épaisseur qu'on puisse admettre, pour le tout, est celle de 3 millimètres, qui s'ajoutera aux épaisseurs que donne la formule.

Cela posé, quelle doit être, en définitive, la valeur du coefficient  $\frac{4,6485}{t}$ , pour que les épaisseurs calculées, et

augmentées de la constante égale à 3 millimètres, conviennent à tous les diamètres et à toutes les tensions, et s'accordent, aussi bien que possible, avec celles que les bons fabricans sont dans l'habitude de donner aux chaudières, pour qu'elles puissent servir long-temps, sans néanmoins faire courir aucun danger.

On a trouvé qu'on peut satisfaire à toutes ces conditions, en faisant le coefficient  $\frac{4,6485}{t} = 0,0018$ : ce qui suppose, pour la tôle, une ténacité de 2582<sup>kilog.</sup>5 par centimètre carré. Prenant donc le coefficient 0,0018 et ajoutant l'épaisseur constante de 3 millimètres, ou 0<sup>cent.</sup>3, la formule ( $d$ ) se change en la suivante :

$$e = 0,0018 d (n - 1) + 0,3 \dots (e).$$

Multipliant le second membre de cette formule par 10, pour obtenir en millimètres l'épaisseur  $e$ , le diamètre  $d$  restant toujours exprimé en centimètres, on a, pour la formule définitive,

$$e = 0,018 d (n - 1) + 3 \dots (f).$$

Il a été dit plus haut que la ténacité du cuivre lamihé, de la meilleure qualité, avait été trouvée de 2602,2: ce nombre étant un peu supérieur à celui de 2582,5 qu'on déduit, pour la valeur de  $t$ , du coefficient 0,0018, de la formule ( $e$ ), il suit de là que cette même formule peut aussi servir à régler les épaisseurs des chaudières en cuivre; condition qu'il était encore avantageux de remplir, puisque, pour les raisons exposées dans l'instruction, les fabricans sont ordinairement dans l'usage de ne pas faire les chaudières en cuivre plus épaisses que celles en tôle. Cepen-

dant, comme le nombre 2602,2, trouvé pour le meilleur cuivre, ne surpasse que d'une très-petite quantité la valeur de  $t$  dans la formule, et que la ténacité de certains cuivres pourrait être plus ou moins au-dessous de cette valeur, il sera nécessaire, suivant les circonstances, d'augmenter l'épaisseur  $e$ , donnée par la formule, d'environ *un* ou *deux* dixièmes de cette épaisseur (1).

Il résulte de tout ce qui précède que, pour les différentes valeurs de  $d$  et de  $n$ , les épaisseurs calculées, avec la formule (f), fourniront des termes de comparaison, qui feront reconnaître si les chaudières sont suffisamment épaisses, et si elles peuvent subir les épreuves, sans que la résistance du métal en soit altérée. Les fabricans, en se réglant sur ces mêmes épaisseurs, ne mettront dans le commerce que des chaudières qui, malgré un long usage, seront encore susceptibles de résister à la pression d'épreuve. De cette manière, les chefs d'établissmens n'auront point à craindre de voir, à leur grand préjudice, réformer leurs chaudières, lorsque les Ingénieurs, dans leurs visites annuelles, en auront constaté l'état, conformément aux dispositions de l'article 7 de l'ordonnance royale du 29 octobre 1825. T.

(1) D'après George Rennie, la ténacité du cuivre battu est seulement de 248,100, par centimètre carré.

*NOTE sur une roue ou turbine hydraulique à réaction ;*

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

UNE ROUE ou turbine hydraulique à réaction fait, en ce moment, mouvoir un moulin à Ardes, département du Puy-de-Dôme.

*Description de la machine, Pl. VIII.*

1. Bassin alimentaire, entretenu constamment plein et injectant l'eau dans la roue, par trois orifices injecteurs et avec une vitesse due à 3 pieds, ou égale à celle de la roue.
2. Espace destiné au passage de l'arbre tournant de la roue, qui fait mouvoir directement la meule du moulin.
3. Orifices injecteurs du bassin alimentaire; ils fournissent la même quantité d'eau que celle dépensée par les orifices évacuans (8) situés au bas de la roue; une soupape placée sur un des orifices rétablit cette égalité quand elle vient à se détruire.

On rappelle que la moitié de la chute est employée à charger le milieu de ces orifices d'une colonne de 3 pieds et à  $y$  produire par conséquent une vitesse  $\sqrt{2 \cdot 5 \cdot 3} = \sqrt{150} = 13$  pieds  $\frac{4}{10}$  environ.

4. Arbre tournant de la roue mobile traversant les deux disques en planches ci-dessous.
- 5 et 6. Disques portant la roue et la fixant sur l'arbre.
7. Jambages ou poches pyramidales de la machine; pendant le mouvement, ces poches, restant pleines, produisent une pression de 3 pieds, ou de la deuxième moitié de la chute sur leurs orifices évacuans (8).
8. Orifices évacuans. Ils lancent l'eau motrice en sens inverse des orifices injecteurs, horizontalement comme ces derniers, et tangentiellement à la circonférence décrite par les points milieu.

Ils sont suffisamment espacés, dans ce cas, pour que l'eau, abandonnée en repos dans l'espace absolu par chacun

d'eux, puisse s'ôter de devant celui qui vient à la suite, ou puisse se précipiter par sa pesanteur avant l'orifice suivant; mais, dans le cas d'une grande dépense d'eau, où, par conséquent, ces orifices se trouveraient en plus grand nombre, il faudrait alors adopter l'évacuation alternative, c'est-à-dire leur faire alternativement verser l'eau tantôt plus en dedans, tantôt plus en dehors de la roue, sur des circonférences concentriques, il est vrai, mais d'un diamètre différent.

#### *Jeu de la machine.*

Les orifices injecteurs (3), a-t-on dit, lancent l'eau avec une vitesse due à 3 pieds, ou à la moitié de la chute : or, pour qu'il n'y ait pas de choc à l'entrée de ce liquide, il faudra donc que la circonférence de la roue qui le reçoit ait de son côté la vitesse due à 3 pieds, ou bien si la machine doit faire  $\frac{1}{2}$  de tour par seconde, il faudra que le milieu des orifices injecteurs soit à une distance R de l'axe, telle qu'on ait  $2\pi R \times \frac{1}{2} =$  la vitesse précitée 13 pieds  $\frac{4}{10}$ .

La distance à l'axe des orifices injecteurs étant ainsi arrêtée, et la roue, pour 80 tours par minute, ayant juste, sous les orifices injecteurs, une vitesse de rotation égale à celle de l'eau affluente, ce qui prévient tout choc, il ne s'agit plus maintenant que de faire sortir l'eau sans vitesse de la machine pour être sûr d'avoir profité de toute son action ou d'en avoir obtenu le maximum d'effet.

Or, comme les orifices évacuans (8) sont chargés de la même colonne d'eau de 3 pieds que les injecteurs (3), et qu'ils sont tournés en sens contraire, donc le liquide, après être entré dans la roue avec la vitesse due à 3 pieds, en sortira en acquérant une nouvelle vitesse due à 3 autres pieds, prise en sens contraire de celle qui précède, c'est-à-dire qu'il sortira en repos dans l'espace absolu.

On pourrait ici, pour la rigueur du calcul, parler d'une vitesse descendante de l'eau dans les jambages (7), des petites altérations qu'éprouve sa vitesse 13  $\frac{4}{10}$ , vers les orifices évacuans, et par suite d'une petite inclinaison initiale à donner à l'injection, etc. Mais toutes ces nouvelles notions scientifiques ne feraient que dépouiller la machine d'une précieuse simplicité, sans rien ajouter, pour ainsi dire, à ses avantages pratiques.

#### *Avantage de la machine.*

Sous le rapport d'économie d'eau motrice, on voit que le liquide, entrant sans choc et sortant sans vitesse, devra produire un effet d'autant plus grand que les économemens ont lieu à gueulebée, qu'il n'y a de frottemens ni autres pertes de force presque nulle part : ainsi, cette roue, aux premiers essais, a donné de 65 à 69 pour 100 d'effet utile.

Postérieurement, lorsqu'on a eu corrigé l'injection par les orifices (3), qui était un peu divergente au lieu d'être cylindrique, cet effet est monté à 75 pour 100.

Quant à la construction, elle est, on ne peut plus simple, les disques 5 et 6 étant en planches grossières, ainsi que la couronne supérieure et les poches ou cylindres partiels qui logent l'eau. Son prix est de 200 à 250 francs.

## TABLE DES MATIÈRES

### CONTENUES DANS LE TOME III.

#### *Géologie et Minéralogie.*

NOTE sur le gisement des minerais de fer au Hartz ; par M. <i>Auguste Perdonnet</i> , ancien Élève de l'École polytechnique et de l'École des Mines. . . . .	3
CONSIDÉRATIONS générales sur le plateau central de la France, et particulièrement sur les terrains secondaires qui recouvrent les pentes méridionales du massif primitif qui le compose ; par M. <i>Dufrénoy</i> , Ingénieur au Corps royal des Mines. . . . .	35 et 309
NOTE sur la glauberite de la mine de sel de Vic ; par <i>le même</i> . . . . .	66
SUPPLÉMENT au Mémoire sur les terrains du département du Calvados, lu à l'Académie royale des sciences, arts et belles-lettres de Caen, le 23 novembre 1827 ; par M. <i>Hérault</i> , Ingénieur en chef au Corps royal des Mines. . . . .	361
<i>Chimie ; Recherches docimastiques ; Analyses de substances minérales.</i>	
NOUVELLES analyses de carbonates à plusieurs bases ; par M. <i>P. Berthier</i> , Ingénieur en chef au Corps royal des Mines. . . . .	25
CHIMIE. (Extraits de journaux.)	
— 1. Sur la dilatation des corps cristallisés par la chaleur ; par M. <i>Mitscherlich</i> . . . . .	83
— 2. Sur la conductibilité des principaux métaux et de quelques substances terreuses ; par M. <i>C. Despretz</i> . . . . .	86

— 3. Recherches sur la chaleur spécifique des gaz ; par MM. <i>Delarive</i> et <i>Marcet</i> . . . . .	Pag. 86
— 4. Sur l'évaporation de l'eau à une haute température ; par M. <i>Klaproth</i> . . . . .	89
— 5. Phénomènes singuliers que la vapeur présente dans les générateurs des machines de M. <i>Perkins</i> . . . . .	90
— 6. Sur la densité des gaz à diverses pressions ; par M. <i>Despretz</i> . . . . .	91
— 7. Sur la compressibilité relative de différens liquides ; par M. <i>Oerstedt</i> . . . . .	92
— 8. Compression des liquides et des gaz par des forces considérables ; par M. <i>Perkins</i> . . . . .	93
— 9. Mémoire sur la compression des liquides ; par MM. <i>Colladon</i> et <i>Sturm</i> de Genève. . . . .	ib.
— 10. Sur l'existence d'une limite passé laquelle les corps n'éprouvent plus aucune évaporation ; par M. <i>Faraday</i> . . . . .	95
— 11. Observations sur quelques propriétés du soufre ; par M. <i>Dumas</i> . . . . .	97
— 12. Brômure de sélénium ; par M. <i>Sérullas</i> . . . . .	ib.
— 13. Sur le cyanure de chlore ; par <i>le même</i> . . . . .	98
— 14. Sur le brôme ; par M. <i>A. de la Rive</i> . . . . .	100
— 15. Éther hydrobromique et cyanure de brôme ; par M. <i>Sérullas</i> . . . . .	ib.
— 16. Mémoire sur la fabrication de l'iode ; par M. <i>Soubeiran</i> . . . . .	102
— 17. Sur les combinaisons du phosphore avec l'hydrogène et avec les métaux ; par M. <i>H. Rose</i> . . . . .	106
— 18. Action de l'acide sulfurique sur l'atcool, et remarques sur la composition et les propriétés des composés qui en résultent ; par M. <i>H. Hennell</i> . . . . .	111
— 19. Mémoire sur la formation de l'éther sulfurique ; par MM. <i>Dumas</i> et <i>Boulay</i> fils. . . . .	112
— 20. Mémoire sur les éthers composés ; par <i>les mêmes</i> . . . . .	116
— 21. Note sur l'analyse de quelques substances végétales ; par M. <i>F. Marcet</i> . . . . .	120
— 22. Sur la composition des substances alimentaires simples ; par M. <i>W. Prout</i> . . . . .	121
— 23. Pouvoir vaporisant du bois pour l'eau et la saumure ; par M. <i>Bischof</i> . . . . .	124
— 24. Sur la propriété qu'a l'acide sulfurique de dis-	124

soudre des corps simples oxidables sans les oxidier; par M. <i>Magnus</i> . . . . .	Pag. 124
— 25. Sur un nouveau degré d'oxidation du sélénium; par M. <i>Mitscherlich</i> . . . . .	125
— 26. Nouveau procédé pour obtenir l'acide gallique; par M. <i>le Roger</i> . . . . .	128
— 27. Analyse du mellite et sur l'acide mellique et les mellates; par M. <i>Wöhler</i> . . . . .	ib.
— 28. Note sur la nitrification; par M. <i>Liebig</i> . . . . .	130
— 29. Mémoire sur l'action réciproque du nitrate de potasse et de l'hydrochlorate d'ammoniaque, de l'acide nitreux et de l'ammoniaque; par M. <i>Soubeiran</i> . . . . .	131
— 30. Sur les changemens de formes cristallines qui sont produits par différens degrés de température dans les sulfates et les séléniates; par M. <i>Mitscherlich</i> . . . . .	133
— 31. Lettre de M. <i>Bonsdorff</i> à M. <i>Gay-Lussac</i> , sur les chlorures, iodures, fluorures, etc. . . . .	135
— 32. Mémoires sur les iodures doubles; par M. <i>Polydore Boullay</i> . . . . .	136
— 33. Procédé pour reconnaître la potasse par un essai au chalumeau; par M. <i>Harkort</i> , de <i>Freyberg</i> . . . . .	141
— 34. Sur une combinaison d'iodure de potassium et de plomb; par M. <i>Berthelot</i> . . . . .	142
— 35. Sur les silicates de potasse et de soude; par M. <i>Fuchs</i> , de <i>Nuremberg</i> . . . . .	143
— 36. Préparation du prussiate de potasse ferrugineux; par M. <i>Gaultier</i> . . . . .	ib.
— 37. Sur le borax; par M. <i>Payen</i> . . . . .	144
— 38. Nouveau procédé pour préparer le deutroxyde de baryum; par M. <i>Quesneville</i> , fils . . . . .	145
— 39. Observations sur le carbonate de magnésie; par M. <i>Soubeiran</i> . . . . .	145
— 40. Chlorure de glucinium; par M. <i>H. Rose</i> . . . . .	146
— 41. Sur l'aluminium; par M. <i>Wöhler</i> . . . . .	147
— 42. Préparation de l'oxyde de chrome . . . . .	150
— 43. Sur l'oxyde brun de chrome; par M. <i>Maus</i> . . . . .	ib.
— 44. Nouveau moyen de préparer l'acide chromique; par M. <i>Arnold Maus</i> . . . . .	151
— 45. Mémoire sur une nouvelle application du chromate de potasse; par M. <i>Kœchlin-Schouch</i> . . . . .	152

— 46. Mémoire sur le molybdène; par M. <i>J. Berzelius</i> . . . . .	154
— 47. Note sur un chlorure de manganèse remarquable par sa volatilité; par M. <i>Dumas</i> . . . . .	162
— 48. Sur un fluorure de manganèse gazeux; par M. <i>Wöhler</i> . . . . .	163
— 49. Note sur la combinaison du bore avec le fer; par M. <i>Lassaigne</i> . . . . .	ib.
— 50. Nouv. sulfates de fer et d'alumine; par M. <i>Maus</i> . . . . .	164
— 51. Séparation du fer, d'avec le manganèse; par M. <i>Quesneville</i> fils . . . . .	165
— 52. Influence des substances organiques sur la précipitation du peroxyde de fer; par M. <i>H. Rose</i> . . . . .	166
— 53. Sur les alliages de zinc et d'étain; par M. <i>Ed. Kœchlin</i> . . . . .	167
— 54. Remarque sur le magister de bismuth; par M. <i>Menigaud</i> . . . . .	ib.
— 55. Analyse de quelques alliages de bismuth; par M. <i>Léonard Lajugie</i> . . . . .	ib.
— 56. Sur les nitrates de mercure; par M. <i>Mitscherlich</i> . . . . .	168
— 57. Note sur les sels ammoniacaux-mercuriels; par M. <i>Soubeiran</i> . . . . .	170
— 58. Action de l'iode sur le protochlorure de mercure; par MM. <i>Planché et Soubeiran</i> . . . . .	171
— 59. Recherches sur les acétates de mercure; par M. <i>Garot</i> . . . . .	ib.
— 60. Sur le nombre des oxides de plomb; par M. <i>Longchamp</i> . . . . .	172
— 61. Lettre de M. <i>Houtton Labillardière</i> à M. <i>Gay-Lussac</i> sur les oxides de plomb . . . . .	173
— 62. Nouveau remède contre les coliques de plomb; par MM. <i>Chevallier et Rayer</i> . . . . .	ib.
— 63. Nitrate et sulfate d'argent et d'ammoniaque; par M. <i>Mitscherlich</i> . . . . .	175
— 64. Nouveau procédé pour préparer l'ammonio-pro d'argent; par M. <i>L. A. C.</i> , de <i>Toulon</i> . . . . .	ib.
— 65. Observations sur le pourpre de Cassius; par M. <i>Mercadier</i> . . . . .	176

## ANALYSES DE SUBSTANCES MINÉRALES. (Ext. de journ.)

— 1. Sur la scheirérite; par M. <i>Stromeyer</i> . . . . .	193
— 2. Note sur les charbons de terre de <i>Rive-de-Gier</i> . . . . .	

- (Loire) ; par M. *Agathon-Bary* . . . . . Pag. 194
- 3. Note sur les eaux minérales de Bourbon-Lancy (département de Saône-et-Loire) et sur leurs principes constitutifs ; par M. *Puvion* . . . . . 196
- 4. Sur les eaux minérales de Wisbaden, et sur le savon mathaïque ; par M. *Cadet-Gassicourt* . . . . . 199
- 5. Analyse de l'eau salée nouvellement découverte à Mézières ; par M. *Wahart-Durienne* . . . . . ib.
- 6. Sur l'eau-mère des salines de Salins : procédé pour en extraire le brôme ; par M. *Desfosse* . . . . . 200
- 7. Analyse de l'eau minérale de Bourbonne-les-Bains ; par M. *Desfosse* et M. le Dr. *Roumier* . . . . . 201
- 8. Analyse de l'eau de la source de Genève ; par M. *Timbry* . . . . . ib.
- 9. Sur la formation d'une eau sulfureuse ; par M. *Henry* fils . . . . . 202
- 10. Sur la composition chimique des cendres de tabac ; par M. *Payson* . . . . . 203
- 11. Mémoire sur les minéraux parasites ; par M. *W. Haidinger* . . . . . ib.
- 12. Observations sur la forme cristalline de la gaylussite ; par M. *W. Phillips* . . . . . 212
- 13. Pérosilex rose de Sahlgberg en Suède ; par M. *P. Berthier* . . . . . ib.
- 14. Recherches chimiques sur la tourmaline ; par M. *G. Gmelin* . . . . . 215
- 15. Sur la composition de l'apatite ; par M. *G. Rose* . . . . . 221
- 16. Analyse de la variété en masse de l'essonite de Ceylan ; par M. *Laugier* . . . . . 227
- 17. Sur l'oxalhydrate ; par MM. *Brenstet* et *Turner* . . . . . ib.
- 18. Sur la breunnérite . . . . . 228
- 19. Sur la wagnérite ; par M. *A. Lévy* . . . . . 229
- 20. Analyse de la serpentine de Gulsiga en Yermeland ; par M. *Mosander* . . . . . ib.
- 21. Analyse de quelques serpentines de Sicile et d'Amérique ; par M. *Lychnell* . . . . . 230
- 22. Analyse de l'onyx de Pallas ; par M. *John* . . . . . 231
- 23. Forme cristalline de l'yttria phosphatée ; par M. *Haidinger* . . . . . ib.
- 24. Analyse d'une turquoise de Jordansmühle en Silésie ; par M. *John* . . . . . ib.

- 25. Analyse de l'allophane de Gersbach ; par M. *Walchner* . . . . . Pag. 232
- 26. Analyse des indianites blanche et rose de Obo-  
mandel ; par M. *Laugier* . . . . . 233
- 27. Note sur la présence de l'ammoniaque dans les minéraux argileux ; par M. *Bouis* fils . . . . . 233
- 28. Sur l'ostranite ; par M. *Breithaupt* . . . . . 233
- 29. Forme cristalline du polymignite ; par M. *G. Rose* . . . . . 233
- 30. Sur l'ilménite ; par M. *Kupffer*, de Casan . . . . . 234
- 31. Sur la fleur d'uranie ; par M. *Zippe*, de Prague . . . . . ib.
- 32. Description minéralogique des oxides de man-  
ganèse ; par M. *W. Haidinger* . . . . . 235
- 33. Examen chimique des oxides de manganèse ; par M. *Turner* . . . . . 235
- 34. Notice sur le fer natif de Canaan (Connecticut) ; par MM. *Baur* et *Lee* . . . . . 238
- 34. Description de la pierre météorique de Ferrare ; par M. *Cordier* . . . . . 238
- 34. Analyse de la même pierre ; par M. *Laugier* . . . . . 238
- 35. Analyse d'une variété de fer spathique trouvée à Tinzen, canton des Grisons ; par M. *Lassaigne* . . . . . 240
- 36. Sur le kakoxène ; par M. *Steinmüller* . . . . . 240
- 37. Sur la composition des minerais de fer en grains ; par M. *P. Berthier* . . . . . 241
- 38. Examen chimique du minéral bleu magnétique de Vignes ; par M. *Karsten* . . . . . 253
- 39. Analyse d'un minéral de Finlande ; par M. *Hess*, de Dorpat . . . . . 254
- 40. Sur l'isopyre ; par MM. *Haidinger* et *Turner* . . . . . 255
- 41. Noûronite, nouveau minéral découvert dans le département de la Dordogne ; par M. *P. Berthier* . . . . . ib.
- 42. Sur la mohsité ; par M. *Lévy* . . . . . 260
- 43. Sur la présence de l'ammoniaque dans les oxydes de fer naturels ; par M. *A. Chevalier* . . . . . 260
- 44. Analyse de quelques laitiers de hauts-fourneaux de Suède . . . . . 261
- 45. Haidingerite, minéral d'antimoine d'Auvergne d'espèce nouvelle ; par M. *P. Berthier* . . . . . 262

- 46. Sur le bi-sulfure de cuivre qui se forme actuellement au Vésuve; par M. *N. Covelli*. . . . . Pag. 269
- 47. Analyse des produits des usines à cuivre de Freyberg; par M. *Lampadius*. . . . . 270
- 48. Analyse de la mine de plomb de Ptzibran, dite queue de plomb; par M. *John*. . . . . 271
- 49. Analyse du phosphate de plomb orange; par le rév. *V. Vernon*. . . . . *ib.*
- 50. Analyse du jaune de Cologne; par M. *Bouton Charlard*. . . . . 272
- 51. Analyse des produits des usines à plomb de Freyberg; par M. *Lampadius*. . . . . 273
- 52. Description du Sternbergite; par M. *Haidinger*. 275
- 53. Analyse des produits du traitement des minerais d'argent de Freyberg; par M. *Lampadius*. . . . . 276
- 54. Analyse des produits de l'amalgamation à Freyberg; par le même. . . . . 277
- 55. Sur la composition de l'or argentifère; par M. *J.-B. Boussingault*. . . . . 279
- 56. Quantité d'or exploitée en Sibérie, depuis la découverte des mines en 1814 jusqu'à 1826 inclusivement. . . . . 283
- 57. Examen du sable platinifère de l'Oural, par M. *Breithaupt*. . . . . *ib.*
- 58. Sur le minerai de platine de Sibérie. . . . . 284

### Minérallurgie; Arts qui en dépendent.

- DESCRIPTION d'une méthode nouvelle employée à Freyberg pour séparer le cuivre de l'argent; par M. *A. Lesoinne*, ancien Elève de l'École des Mines. 15
- Sur un nouveau moyen de séparer l'argent de ses minerais; par M. *E. Gmelin*. (*Ann. de Pogg.*) . . . . . 23
- NOTE sur la différence de consommation qui a lieu dans la production de la fonte blanche ou de la fonte grisé; par M. *H. Fournel*, Ingénieur au Corps royal des Mines. . . . . 69
- Essais sur la réduction des scories de forges et des minerais de Nassau et de Lebach, au moyen des fours à réverbère, autorisés par M. le Conseiller supérieur

- des mines, usines et salines de Prusse, chevalier de la Croix de Fer, etc., et exécutés par M. le comte de Vanderbruck, du 1<sup>er</sup> au 12 mars 1825. Note rédigée par M. *Margerin*, ancien Elève de l'École polytechnique et de l'École des Mines. . . . . Pag. 73
- ADDITION au mémoire sur les mines d'étain de Saxe; par M. *Manès*, Ingénieur au Corps royal des Mines. . . . . 77
- NOTICE sur les hauts-fourneaux du Hartz; par M. *A. Perdonnet*. . . . . 285

### Mécanique; Arts de construction et Objets divers.

- EXPÉRIENCES sur la résistance que fait éprouver dans des tuyaux de conduite, faites aux mines de Rancié (Ariège), en 1825; par M. *D'Aubuisson*, Ingénieur en chef au Corps royal des mines. . . . . 367
- NOTE sur la manière de calculer les épaisseurs des chaudières en tôle des machines à vapeur. . . . . 370
- EXPÉRIENCES sur la ténacité du fer, de la tôle et du cuivre. . . . . 312
- NOTE sur une roue ou turbine hydraulique à réaction; par M. *Burdin*, Ingénieur au Corps royal des mines. . . . . 317

### Machines à vapeur.

- CIRCULAIRE du 16 juillet 1828 à MM. les Préfets des départemens, relative aux ordonnances royales des 29 octobre 1823 et 7 mai 1828, concernant les machines à vapeur à haute pression. . . . . 487
- Troisième instruction relative à l'exécution des ordonnances du Roi des 29 octobre 1823 et 7 mai 1828, concernant les machines à haute pression. . . . . 499
- ORDONNANCE du Roi, du 7 mai 1828, portant règlement sur les machines à vapeur à haute pression. . . . . 502
- Circulaire du 1<sup>er</sup> août 1828, à MM. les Préfets des départemens relative aux ordonnances royales des 2 avril 1823 et 25 mai 1828, concernant les machines à vapeur employées sur les bateaux. . . . . 505

- ORDONNANCE du Roi , du 2 avril 1823, relative aux bateaux à vapeur. . . . . 506
- ORDONNANCE du Roi, du 25 mai 1828, contenant des dispositions relatives aux chaudières des machines à vapeur, à basse pression, employées sur des bateaux. 508

*Ordonnances royales concernant les Mines.*

ORDONNANCES rendues pendant :

- 1°. le premier trimestre de 1827 . . . . . 179
- 2°. le second trimestre de 1827. . . . . 187 et 337
- 3°. le commencement du troisième de 1827. . . . . 357

PLANCHES.

- PL. I. Traitement de l'argent cuivreux à Freyberg.
- PL. II. Appareils de chimie.
- PL. III. Laveries } à étain d'Altenberg.
- PL. IV. Usines } à étain d'Altenberg.
- PL. V. Haut-fourneau de Gittelde, en 1826.
- PL. VI. Disposition du porphyre et du terrain houiller, dans les environs de Figeac.
- PL. VII. Ventilateur de la galerie Becquey, aux mines de Rancié ( Ariège).
- PL. VIII. Roue ou turbine hydraulique à réaction.

FIN DE LA TABLE DES MATIÈRES.

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

*masses du grès houiller*  
du Cellé.

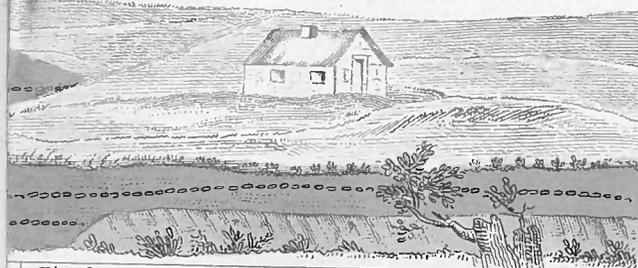
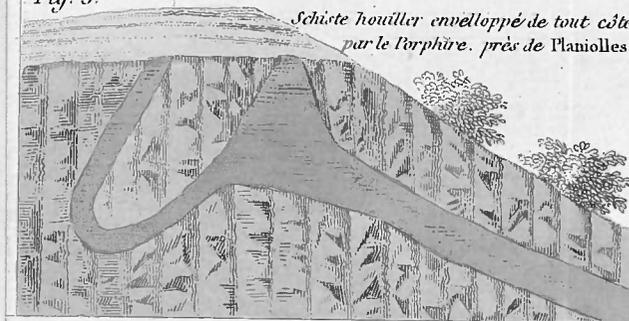
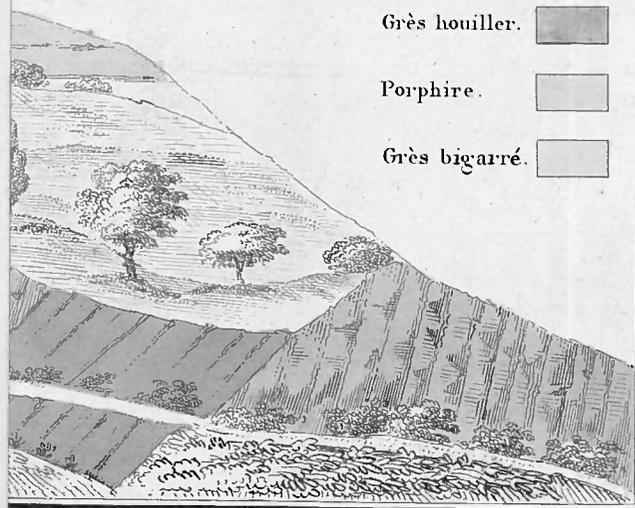


Fig. 3.

*Schiste houiller enveloppé de tout côté par le Porphyre. près de Planiolles.*



*masses de Porphyre. près de Planiolles.*



Grès houiller. 

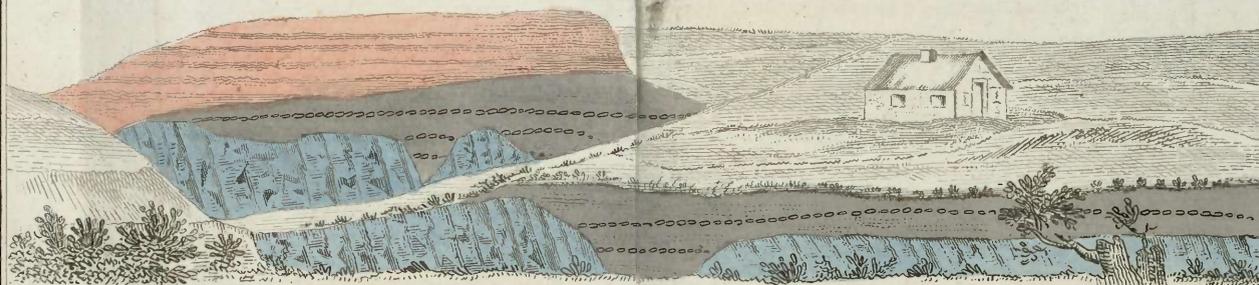
Porphyre. 

Grès bigarré. 

*Disposition du Porphire et du terrain Houiller,*  
dans les environs de Figeac.

Fig. 1.

*Porphire interrompant les couches du grès houiller.*  
rive droite du Cellé.



*Porphire en couche et en amas dans le grès houiller*  
entre Flagnac et S<sup>t</sup> Michel d'Aubin.

Fig. 2.



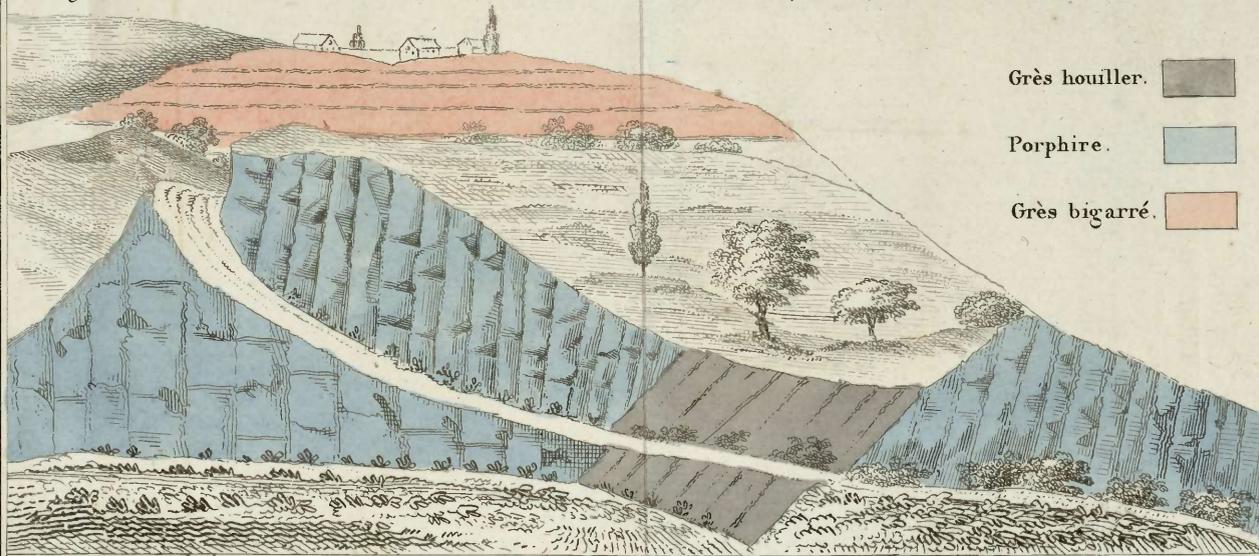
Fig. 3.

*Schiste houiller enveloppé de tout côté*  
par le Porphire, près de Planiolles.



Fig. 4.

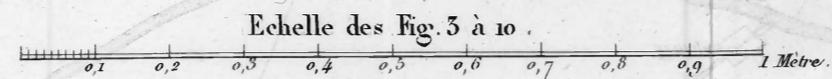
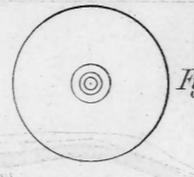
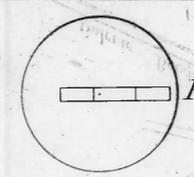
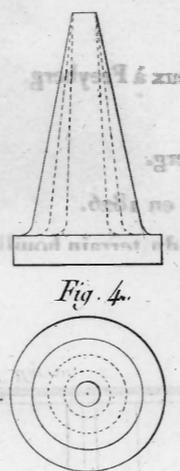
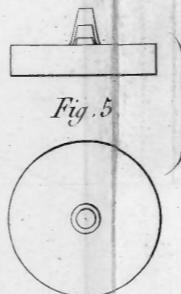
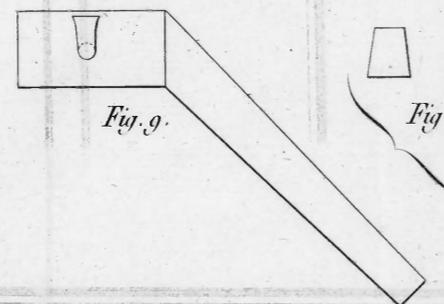
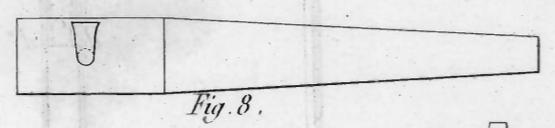
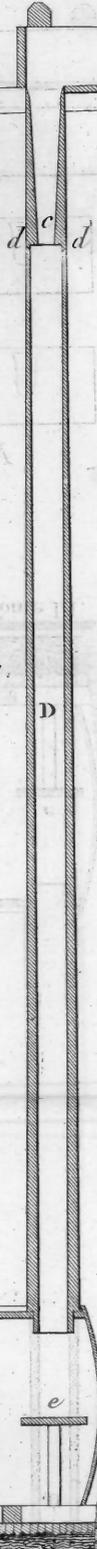
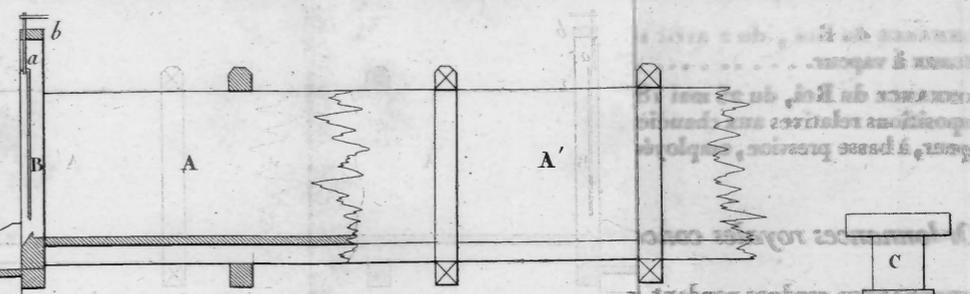
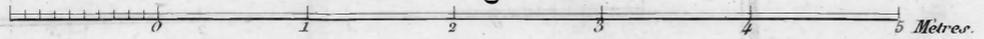
*Schiste houiller en couches entre deux masses de Porphire,* près de Planiolles.



- Grès houiller.
- Porphyre.
- Grès bigarré.

# VENTILATEUR de la Galerie Becquey, aux Mines de Rancié (Ariège)

Echelle des Fig. 1. et 2.



Plan du terrain devant la galerie Becquey.

Echelle de Fig. 11.

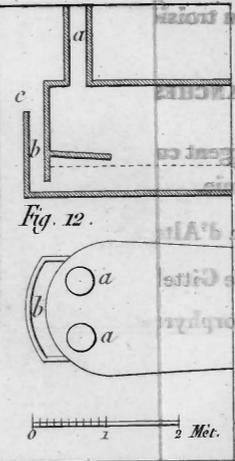
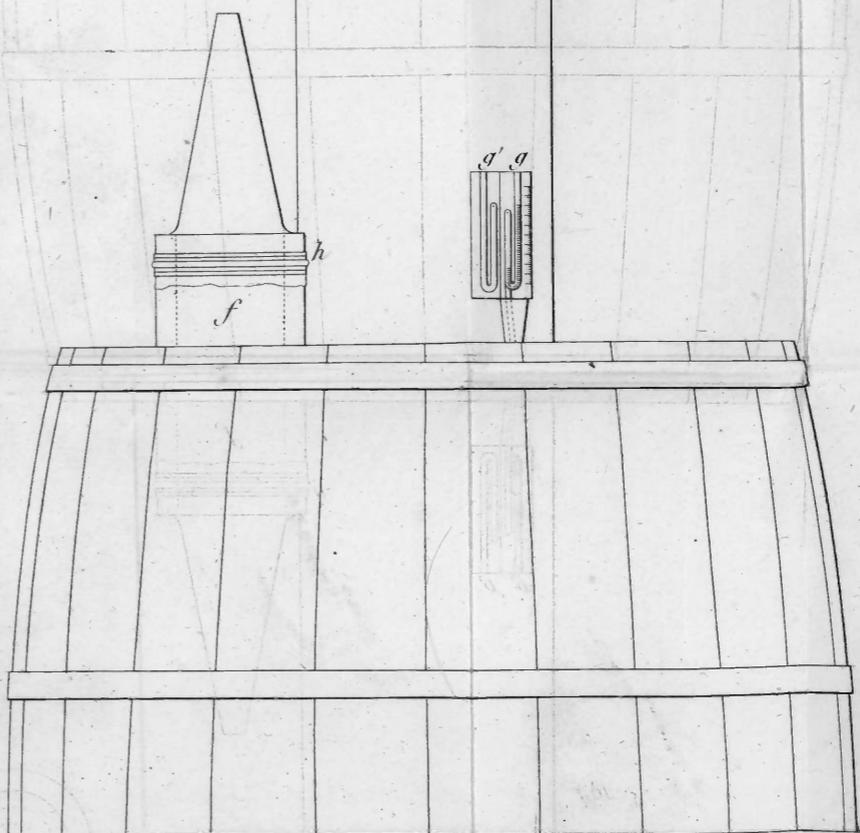
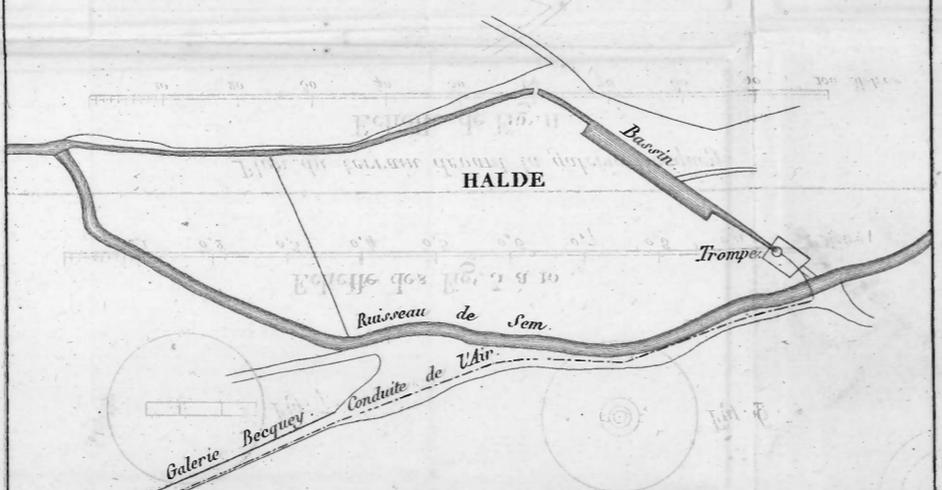


Fig. 3.

Fig. 2.

