

MÉMOIRES
DE
L'ACADÉMIE NATIONALE
DE METZ.

LETTRES, SCIENCES, ARTS, AGRICULTURE.

XXXII^e ANNÉE. — 1850 — 1851.



METZ.

AU BUREAU DE L'ACADÉMIE, RUE DE LA BIBLIOTHÈQUE,
ET CHEZ LES PRINCIPAUX LIBRAIRES.

1851.

pe
Per. 80
12149

SCIENCES.

ÉTUDES

MINÉRALOGIQUES ET CHIMIQUES

SUR

LES MINÉRAIS DE FER

DU DÉPARTEMENT DE LA MOSELLE,

PAR MM. LANGLOIS ET JACQUOT.

Les minerais de fer du département de la Moselle ont déjà été l'objet d'études partielles, soit minéralogiques, soit chimiques. M. Berthier a soumis à l'analyse plusieurs variétés de minerais provenant de l'arrondissement de Briey; les résultats qu'il a obtenus sont consignés dans le tome II des *Essais par la voie sèche*, à l'article *Minéraux oxygénés du fer*. D'un autre côté, M. Victor Simon a fixé la position géologique de quelques-unes des formations ferrifères du département, dans plusieurs mémoires qui se trouvent parmi ceux publiés sous les auspices de l'Académie de Metz. Plus récemment, M. Levallois, ingénieur en chef des mines, a fait insérer dans le tome XVI de la quatrième série des

Annales des Mines, une notice sur la minière de fer de Florange, et sur ses relations avec le grès supraliasique. Enfin, chacun de nous s'est aussi occupé à un point de vue différent de l'objet de la présente étude. L'un a déterminé la composition des minerais qui sont fondus dans l'usine de Saint-Benoit, à Ars-sur-Moselle. L'autre a donné une description géologique détaillée des mines et des minières de fer de la partie occidentale du département. Le premier travail est inséré dans les *Mémoires de l'Académie de Metz*, le second dans les *Annales des Mines*, tome déjà cité. Par suite de la communication du résultat de nos études, nous avons été conduits à penser qu'un travail d'ensemble comprenant l'analyse de tous les minerais de fer reconnus ou exploités dans le département présenterait de l'intérêt, tant à raison de l'importance des usines qu'il renferme, qu'à cause de la variété des minerais qui s'y rencontrent. Ce travail offre donc une espèce de statistique chimique des minerais de fer de la Moselle, dans laquelle sont comprises, comme appendices, quelques analyses de produits accessoires des usines et celle d'un minerai de manganèse qui se trouve associé à un des gîtes ferrifères du département. Afin que l'on puisse connaître exactement la provenance des minerais qui ont été examinés et établir des comparaisons avec ceux qui se trouvent dans d'autres contrées, nous avons jugé à propos de décrire sommairement le gisement de chacun d'eux. Nous commençons par indiquer en quelques mots le procédé général d'analyse qui a été suivi; après quoi nous donnons les résultats de notre travail dans autant d'articles séparés qu'il y a de formations ferrifères distinctes.

Analyse. — Les procédés que nous avons suivis sont ceux généralement admis dans de pareilles recherches.

Tous les minerais que nous avons eu à examiner ont toujours été facilement attaqués par l'acide chlorydrique concentré. Nous ne les soumettions à l'action de l'acide

qu'après les avoir réduits en poudre très-fine. Nous avons presque constamment dosé l'eau et l'acide carbonique par la perte que le minéral éprouvait lorsqu'il était porté à la chaleur du rouge blanc dans un creuset de platine couvert. A cette haute température le sesquioxide de fer est ordinairement ramené à l'état d'oxide magnétique. Outre la perte de l'eau et de l'acide carbonique, il y a donc encore pendant la calcination une perte d'oxigène dont il faut nécessairement tenir compte dans l'appréciation des résultats de l'analyse.

Dans quelques circonstances nous avons dû doser également l'acide carbonique en recueillant ce gaz dans une dissolution de baryte, soustraite à l'influence de l'air.

La détermination des quantités de silice, d'alumine, d'oxide de fer, de chaux et de magnésie avait lieu successivement dans la même opération en agissant le plus souvent sur deux grammes de substance. Ces deux grammes étaient introduits dans un petit ballon de verre, et attaqués par l'acide chlorhydrique. On ne se servait d'acide chloro-nitrique que lorsque le minéral renfermait du protoxide de fer. L'action de l'acide était toujours secondée par une douce chaleur. Dès que la dissolution était terminée, on la versait dans une capsule de porcelaine, et on la faisait évaporer jusqu'à siccité, en ayant soin d'éviter les projections et de modérer la température vers la fin de l'évaporation. Le résidu contenu dans la capsule étant refroidi, nous l'arrosions avec quelques gouttes d'acide chlorhydrique pour redissoudre la petite quantité d'oxide de fer, qu'une chaleur trop élevée aurait pu mettre en liberté. Après quelques instants de contact, on traitait le résidu par l'eau distillée, et la dissolution était filtrée. La silice gélatineuse et le sable restaient sur le filtre. On les faisait dessécher, on en prenait le poids, puis on séparait la silice gélatineuse du sable à l'aide d'une dissolution bouillante de potasse caustique. Il nous était toujours facile en opérant ainsi, d'apprécier exactement la quantité de silice combinée,

et celle qui, sous forme de sable, ne se trouvait que mélangée au minéral.

Dans la dissolution ferrique débarrassée par la filtration de la silice et du sable, nous versons un excès d'ammoniaque pour précipiter l'oxide de fer et l'alumine. La chaux et la magnésie restées dans la liqueur étaient à leur tour précipitées, la première par l'oxide oxalique, et la seconde par le phosphate de soude ammoniacal. Les dissolutions contenaient toujours assez de chlorure d'ammonium, pour empêcher la magnésie de disparaître en même temps que l'oxide de fer et l'alumine. On a dosé la chaux en transformant en sulfate le produit de la calcination de l'oxalate. Le poids de la magnésie a été pris sur celui du phosphate bibasique, obtenu par la décomposition à la température rouge du phosphate ammoniaco-magnésien.

Le précipité d'oxide de fer et d'alumine fut traité à chaud par une dissolution d'hydrate de potasse. On a sursaturé avec de l'acide chlorhydrique la dissolution potassique, et on y a ajouté ensuite un excès d'ammoniaque pour isoler l'alumine qui a été reçue sur un filtre. Elle fut lavée et calcinée. L'oxide de fer fut aussi recueilli sur un filtre, puis lavé, séché et chauffé jusqu'au rouge dans un creuset de platine placé au-dessus de la flamme d'une lampe à alcool à double courant.

La calcination du sesquioxide de fer doit être faite avec certaines précautions pour ne pas perdre d'oxigène. Si la température est trop forte, une partie de ce sesquioxide peut être ramenée, comme on le sait, à l'état d'oxide magnétique. Des débris de filtre enlèvent souvent aussi de l'oxigène. Nous avons donc eu soin de nous mettre en garde contre ces diverses causes d'erreur.

Dans l'analyse de plusieurs minerais, nous avons employé, pour le dosage du fer, la liqueur titrée de permanganate de potasse. Nous prenions, comme le conseille M. Marguerite, un gramme de minéral que nous introduisions dans un ballon

d'un litre environ, et nous le faisons dissoudre au moyen d'une douce chaleur dans vingt-cinq centimètres cubes d'acide chlorhydrique. La dissolution étant opérée, on remplissait le tiers du ballon d'eau distillée récemment bouillie, et l'on ramenait par une solution de quatre grammes de sulfite de soude, le sesquioxide de fer à l'état de protoxide. On portait ensuite la liqueur à l'ébullition pendant dix minutes, pour chasser l'excès d'acide sulfureux. Il ne restait plus alors, pour terminer l'expérience, qu'à remplir presque entièrement le ballon d'eau distillée, et à verser avec une burette graduée la solution de permanganate de potasse jusqu'au moment où la liqueur ferrique prenait une teinte rosée, signe auquel on reconnaît que tout le protoxide est transformé en sesquioxide. Cette manière de doser le fer a toujours été très-rapide et très-exacte toutes les fois que nous nous sommes servis de sulfite de soude comme moyen de réduction. Il ne nous a pas paru en être de même, quand nous prenions au lieu de sulfite des lames de zinc. La réduction, dans ce dernier cas, est longue, difficile et souvent incomplète.

L'emploi du permanganate de potasse est surtout précieux pour l'appréciation exacte des quantités de protoxide contenues dans un minéral en même temps que le peroxide. Cette méthode est prompte et facile, tandis que les autres procédés exigent beaucoup de temps et une certaine habileté pratique.

Manganèse. — Pour la détermination de ce métal, nous avons soumis le minerai à une opération spéciale. Comme il n'existait qu'en très-petite quantité, nous prenions au moins cinq grammes de minerai que nous faisons dissoudre dans de l'acide chlorhydrique. La dissolution était étendue de trois à quatre cents grammes d'eau distillée froide, et ensuite filtrée. Dans la liqueur filtrée on versait de la dissolution de carbonate d'ammoniaque, jusqu'au moment où le mélange prenait une teinte brune, ou qu'un léger précipité commençait à se montrer. En faisant alors bouillir, la majeure partie de l'oxide de

fer se sépare ; la petite portion qui reste dans la dissolution est aisément enlevée au moyen du succinate d'ammoniaque. On filtre et on isole le manganèse de la liqueur incolore par le sulfhydrate d'ammoniaque. On a dissous le sulfure de manganèse dans de l'acide chlorhydrique, et dans cette dissolution on a ajouté du carbonate de soude. Le carbonate de manganèse produit a été recueilli sur un filtre, lavé, séché et calciné. On a obtenu par cette calcination, de l'oxide mangano-manganique, d'où l'on a tiré le poids du métal.

Acide phosphorique. — Quand nous avons eu à rechercher le phosphore, nous avons toujours opéré sur cinq grammes de minerai pulvérisé, auxquels nous ajoutions vingt grammes de carbonate de potasse pur. Le mélange était porté au rouge blanc, pendant une heure, dans un creuset de platine couvert. Après le refroidissement du creuset, la matière qu'il contenait était dissoute dans l'eau distillée. On filtrait la dissolution et on la saturait par l'acide nitrique pur. On la faisait ensuite évaporer jusqu'à siccité pour séparer la silice. Le résidu était repris par l'eau et la solution filtrée. Cette solution sursaturée par l'ammoniaque fournissait des traces d'alumine. Dans la liqueur filtrée de nouveau et rendue légèrement acide par l'acide nitrique, nous versions de l'acétate neutre de plomb qui donnait lieu à un précipité blanc jaunâtre de phosphate de plomb. Nous nous assurions encore comme contrôle, de l'existence de l'acide phosphorique au moyen du sulfate de magnésie, additionnée de chlorure d'ammonium. Quand cet acide existait, nous obtenions constamment un précipité caractéristique de phosphate ammoniaco-magnésien.

Ce procédé, pour déceler de petites quantités d'acide phosphorique contenu dans les minerais de fer, nous a paru préférable à celui mis généralement en usage, et qui consiste à traiter le minerai par le sulfhydrate d'ammoniaque, après l'avoir dissous dans l'acide chlorhydrique. Quelques minerais

essayés par cette dernière méthode, n'avaient pas fourni d'acide phosphorique, tandis qu'ils en ont donné plus tard, lorsqu'ils furent exposés à une haute température en présence du carbonate de potasse.

Arsenic et Cuivre. — Toutes les fois que nous avons pensé que nous pourrions, dans nos recherches, rencontrer le cuivre ou l'arsenic, nous avons fait dissoudre dix grammes de minerai dans l'acide chlorhydrique. Nous raménions par le sulfite de soude le sesquioxide de fer à l'état de protoxide, et l'acide sulfureux étant complètement chassé, nous faisons passer dans la dissolution acide un courant de gaz sulfhydrique. Ce gaz n'a jamais donné lieu à aucun précipité.

Lorsque nos expériences avaient pour unique but la recherche de l'arsenic, nous nous servions souvent de l'appareil de Marsh, dans lequel nous introduisons la dissolution du minerai de fer préalablement soumis à l'action désoxidante de l'acide sulfureux. Dans aucun cas nous n'avons obtenu de taches sur les fragments de porcelaine, ni la moindre trace métallique dans le tube à réduction.

Soufre. — Pour découvrir ce corps dans le minerai, nous attaquons celui-ci par l'eau régale. Dans la dissolution filtrée, nous versions du nitrate de baryte. Tantôt il se formait un précipité de sulfate de baryte, tantôt il ne s'en formait pas suivant que le minerai était sulfureux ou ne l'était pas. Par le poids du sulfate nous avons celui du soufre.

Minerais en filons et en plaquettes stratifiées dans le grès des Vosges. — Le minerai de fer que l'on rencontre dans le terrain de grès des Vosges est une hématite brune, contenant, en grande abondance, les grains amorphes et translucides de quartz qui constituent la masse de cette formation. Il se présente ordinairement sous la forme d'un grès fortement agrégé et très-réfractaire, qui ne rend guère, en moyenne, que 25 p. % de fonte. Quand ce minerai n'est

point mélangé de sable , ce qui arrive rarement , il offre des masses fibreuses et testacées à surfaces polies , comme si elles avaient subi l'action du brunissoir. Il renferme toujours du manganèse , et l'on voit fréquemment l'oxide de ce métal former de petites taches noires dans la pâte. Il affecte deux gisements distincts ; on le trouve en filons et en plaquettes intercalées dans les assises inférieures de la formation. Les filons sont composés de petites veinules d'hydroxide qui s'entrelacent en tous sens et forment une espèce de réseau , au milieu duquel on retrouve le sable de la roche encaissante. Ils sont peu puissants ; ceux qui ont été reconnus jusqu'ici avaient en moyenne de vingt à quarante centimètres , et on n'en a pas encore rencontré qui aient plus d'un mètre d'épaisseur. Quelques-uns ont été suivis sur une grande longueur ; mais ils ne paraissent pas se prolonger à une profondeur considérable au-dessous du sol. On trouve accidentellement , dans ces filons , de la baryte sulfatée en cristaux ou en masses cristallines , plus rarement de la galène , de la blende et de la pyrite cuivreuse. Le seul point où i's soient aujourd'hui exploités est la plaine qui s'étend entre Saint-Avold et Creutzwald ; mais on a signalé leur existence dans plusieurs autres localités , et notamment près du hameau de Vieille-Verrerie au nord de Forbach , et dans la partie du département limitrophe de l'arrondissement de Wissembourg où ils ont donné lieu à des travaux considérables. On compte trois filons principaux dans la plaine de Creutzwald : deux traversent la forêt de Saint-Avold en suivant une direction très-sensiblement parallèle à l'axe de soulèvement des Vosges et se prolongent , suivant toute apparence , en Prusse ; le troisième a été suivi depuis Falck jusqu'à Creutzwald , sa direction n'est pas éloignée de la ligne est-ouest.

Le minerai de Creutzwald est grillé avant d'être fondu. Cette opération qui s'exécute à une basse température et n'enlève pas toute l'eau d'hydratation a pour objet de débar-

rasser le minerai d'une partie du sable qui adhère à sa surface après l'exploitation.

Quant aux plaquettes qui se rencontrent en abondance en stratification dans les assises inférieures du grès vosgien, elles sont rarement assez riches pour pouvoir être fondues ; et elles ne sont point exploitées dans le département de la Moselle.

Nous avons analysé un échantillon de minerai grillé provenant de la forêt de Saint-Avold qui nous a paru représenter la richesse moyenne de ceux que l'on fond et nous l'avons trouvé composé de :

Peroxide de fer.....	0,360
Oxide de manganèse.....	0,005
Eau.....	0,060
Alumine.....	0,007
Sable et très-peu de silice.....	0,540
	0,972

Ce minerai est pauvre, il ne rend en moyenne que 25 p. % de fonte ; il est de plus très-siliceux et a besoin pour être fondu d'être allié à des minerais calcaires et alumineux. La poussière du minerai grillé est d'un rouge brunâtre très-foncé.

La quantité d'eau trouvée correspond presque exactement à celle habituellement contenue dans l'hématite brune dont la formule est :



Dans le fourneau de Creutzwald où ce minerai est fondu, on trouve après chaque campagne, une cadmie formant un bourrelet adhérent à une petite distance de l'orifice du gueulard. Elle est très-pesante, de couleur verte et présente des couches concentriques minces, appliquées les unes sur les autres, sa surface du côté de l'intérieur du fourneau est mamelonnée et renferme souvent de petites druses

tapissées de cristaux prismatiques, très-brillants d'oxide de zinc.

Après avoir reconnu que cette cadmie était composée d'oxide de zinc, d'oxide de plomb, d'un peu de protoxide de fer, de chaux, de magnésie, de silice et de charbon, nous l'avons soumise à l'analyse par le procédé suivant : Deux grammes porphyrisés ont été attaqués par l'acide nitrique concentré et bouillant et ont produit un dégagement assez abondant de vapeurs nitreuses, dues à l'action du charbon divisé sur l'acide nitrique. La dissolution a été évaporée lentement jusqu'à siccité pour rendre la silice gélatineuse insoluble, puis filtrée et soumise, après avoir été rendue acide, à un courant d'hydrogène sulfuré qui a précipité tout le plomb. Le précipité de sulfure de plomb recueilli sur un filtre et lavé, a été dissous par l'acide nitrique, évaporé et repris par un peu d'acide sulfurique; on l'a dosé à l'état de sulfate de plomb. Quant à la dissolution on l'a traitée, après l'avoir fait bouillir avec quelques gouttes d'acide nitrique pour suroxyder le fer, par l'ammoniaque en excès qui n'a précipité que ce dernier. Pour séparer le zinc de la chaux et de la magnésie qui restaient dans la liqueur, on y a ajouté du sulfhydrate d'ammoniaque, le précipité de sulfure de zinc a été recueilli sur un filtre, puis redissous dans l'acide chlorhydrique, on a séparé l'excès de soufre et traité la dissolution par le carbonate de soude, en ayant soin de faire bouillir pour rendre le précipité grenu : celui-ci recueilli sur un filtre a été calciné à une température élevée est le zinc dosé à l'état d'oxide. La chaux et la magnésie qui restaient dans la dissolution filtrée, ont été recueillies par le procédé décrit au commencement de cette notice, l'hydrosulfate d'ammoniaque en excès ayant été au préalable détruit par l'acide chlorhydrique et le soufre séparé de la liqueur. Pour doser le charbon divisé, que cette cadmie renferme, nous en avons

attaqué deux grammes par l'acide chlorhydrique et nous avons rapproché la dissolution. La matière non attaquée, recueillie sur le filtre, contenait le sable, la silice et le charbon, nous l'avons fait sécher, nous l'avons pesée, puis l'ayant grillée dans un creuset nous en avons déduit par différence le poids du charbon. Comme le plomb s'y trouve en petite quantité nous avons pu nous servir de la liqueur filtrée pour précipiter le plomb par le sulfate de potasse et contrôler ainsi les résultats que nous avons obtenus. Nous avons continué le reste de l'analyse par le procédé déjà décrit.

Nous nous sommes assurés que le zinc et le plomb étaient entièrement à l'état d'oxide, en attaquant deux grammes de la substance par l'acide nitrique et faisant évaporer. Le résidu calciné n'a pas sensiblement changé de poids.

Nous avons aussi reconnu, par la dissolution de permanganate de potasse, que tout le fer est dans la cadmie à l'état de protoxide.

L'analyse nous a donné les résultats suivants :

Oxide de zinc.....	0,885
Oxide de plomb.....	0,012
Protoxide de fer.....	0,047
Chaux.....	0,011
Magnésie.....	traces
Silice et sable.....	0,027
Charbon.....	0,007
	0,989

Dans ce produit d'art le protoxide de fer est combiné avec l'oxide de zinc, comme M. Berthier l'a montré. Il provient probablement de quelques particules de minerai réduit entraîné par le vent des tuyères. Quant à la chaux, à la magnésie et à la silice elles paraissent former une espèce de laitier dont les éléments sont empruntés au lit de fusion.

Minerais en rognons stratifiés dans les marnes irisées.
— On a exploité de 1815 à 1824, dans les bois qui s'étendent

sur le territoire des communes d'Alzing, Brettnach, Velving et Valmunster au sud-est de Bouzonville, un minerai en rognons aplatis formant des lits au milieu des marnes irisées. Ces lits se rencontrent sur une assez grande hauteur immédiatement au-dessous du grès qui partage, en deux étages à-peu-près égaux, la formation du keuper. Les rognons sont de couleur grise bleuâtre, rarement plus épais que la largeur de la main; le fer y était primitivement à l'état de carbonate de protoxide associé, tantôt à de l'argile, tantôt à un calcaire dolomitique. Exposés au contact de l'air, ils s'altèrent promptement et se transforment en un hydrate de peroxide d'un brun un peu jaunâtre. Ce minerai est assez pauvre; mais c'est un fondant énergique à cause de la magnésie qu'il renferme, et il produit une fonte très-douce. On l'a employé avec succès dans le fourneau de Creutzwald, où il a servi à remplacer les minerais carbonatés lithoïdes des houillères, que l'on tirait de la partie de la Lorraine allemande, cédée à la Prusse en 1815. Les rognons ferrugineux exploités dans les marnes irisées inférieures des environs de Bouzonville, ne paraissent pas être un accident dans cette formation; nous les avons retrouvés, dans une position identique, aux environs de Sierck et entre Hombourg-sur-Canner et Piblange. Nous avons analysé deux variétés du minerai des marnes irisées recueillies à la surface du sol. La première provient d'un bois situé sur le territoire de Valmunster: elle ne renferme que de l'oxide hydraté mélangé d'argile. La seconde contient beaucoup de calcaire dolomitique; elle a été prise dans le quart en réserve des bois de la commune de Velving.

	VALMUNSTER.	VELVING.
	N° 1.	N° 2.
Peroxide de fer	0,455	0,197
Protoxide de fer.....	"	0,013
Eau et acide carbonique	0,150	0,380
Silice.....	0,070	0,033
Alumine	0,040	traces
Chaux.....	traces	0,230
Magnésie	traces	0,035
Argile et sable.....	0,285	0,102
	0,980	0,992

N° 1. Minerai des bois de Valmunster, de couleur brune à poussière d'un jaune brunâtre; il est entièrement décomposé et représente, mieux que le suivant, la richesse de ces minerais qui renferment à-peu-près 25 p. % de fer.

N° 2. Minerai du quart en réserve de Velving, gris bleuâtre, taché de rouge et de jaune, sa poussière est de couleur orangée.

Minerais en rognons stratifiés dans les marnes du lias.
— Comme le minerai des marnes irisées, celui que l'on rencontre dans le lias se présente en rognons disposés par lits dans les marnes supérieures de cette formation. C'est un carbonate de protoxide de fer associé à de l'argile, sa couleur est bleue grisâtre comme les marnes au milieu desquelles il se trouve. Il offre habituellement, comme le premier, des parties décomposées et transformées en hydrate de peroxide, formant autour d'un noyau des couches concentriques diversement nuancées de rouge et de jaune, et s'enlevant par écailles. Les rognons des marnes supraliasiques se distinguent de ceux des marnes irisées par leur volume, qui est généralement plus considérable que celui de ces dernières, et qui

atteint même quelquefois plusieurs pieds cubes. Leur forme est aussi moins aplatie et se rapproche davantage de celle d'un œuf, ce qui leur a fait donner le nom d'ovoïdes. Quelques-uns de ces ovoïdes sont exclusivement composés d'un calcaire compacte à grains très-fins ; mais la plupart sont ferrugineux. Les uns comme les autres, mais les premiers plus fréquemment que les seconds, présentent à leur surface des fossiles ; ils sont aussi habituellement pénétrés de petites veinules de calcaire spathique qui ont rempli les vides produits par le retrait. Ils renferment accidentellement du bois fossile, de la pyrite de fer, de la baryte, de la strontiane sulfatées et de la blende.

Dans quelques localités, les marnes supérieures du lias contiennent assez d'ovoïdes ferrugineux pour pouvoir être exploitées avec succès, souvent aussi ceux-ci ont été amenés en grande quantité, par un lavage naturel, aux pieds des escarpements qu'elles forment. On a exploité, il y a une trentaine d'années, pour le fourneau de Creutzwald, du minerai de cette espèce qui se trouvait en place dans les champs qui dominant le village de Saint-Julien-lès-Metz. Un échantillon de couleur jaune clair recueilli à la surface de ces champs et entièrement décomposé a été soumis à l'analyse, et a donné les résultats suivants :

Peroxide de fer.....	0,505
Eau.....	0,160
Silice.....	0,050
Alumine.....	0,040
Argile et sable.....	0,225
Acide phosphorique.....	0,0055
Soufre.....	traces
	<hr/>
	0,9855

On voit que ce minerai est passablement riche, mais de qualité médiocre puisqu'il renferme du soufre et de l'acide

phosphorique. C'est, sans doute, la présence de ces deux éléments qui en a fait abandonner l'exploitation.

Minerais en couches dans l'étage oolithique inférieur.

— On rencontre dans le département de la Moselle, à un niveau géologique un peu plus élevé que celui des ovoïdes du lias, un minerai hydroxidé oolithique qui a été rangé dans cette formation par quelques géologues, tandis que suivant d'autres, il appartient à l'étage oolithique inférieur. Le gisement de ce minerai ayant été décrit avec détails dans le tome XVI des *Annales des Mines*, quatrième série, nous nous contenterons d'en rappeler les principales circonstances. Le gîte d'hydroxide oolithique forme tantôt une seule, tantôt plusieurs couches dont la puissance totale varie, avec les intercalations marneuses, entre deux et trente-cinq mètres. Il repose directement sur le grès supraliasique, et est nettement terminé, à sa partie supérieure, par des marnes grises micacées qui présentent un horizon d'une constance remarquable.

Il est aujourd'hui reconnu sur tout le pourtour de la falaise, qui termine dans le département de la Moselle l'étage jurassique inférieur. On l'exploite par travaux souterrains dans les mines d'Ars-sur-Moselle, Moyeuve, Rosselange, Hayange, Romain, et dans celle du Coulmy; et par tranchées à ciel ouvert dans beaucoup d'autres localités, dont les principales sont Ottange, Russange, Saint-Jacques, Saulnes et Longwy-Bas. L'hydroxide oolithique et les couches qui lui sont subordonnées sont traversées par de petites veinules d'hématite, elles renferment une grande quantité de fossiles et des débris de sauriens; on y a aussi trouvé, mais assez rarement, de la pyrite en rognons cristallisés à la surface. Ce minerai alimente exclusivement les hauts-fourneaux au coke des arrondissements de Briey et de Thionville, et il sert de fondant dans les usines au bois, aux minerais siliceux que cette contrée renferme.

Le gîte d'hydroxide renferme quatre variétés de minerais qui diffèrent aussi bien par leur composition que par leurs propriétés physiques, et que l'on peut diviser ainsi qu'il suit :

1° **Minerai brun.** — La variété la plus commune est une agrégation de petits grains bruns très-brillants à la surface, et ayant communément la grosseur d'une tête d'épingle. Le ciment qui les agglutine est coloré en brun ou en rouge par de l'oxide de fer, et composé d'un mélange de calcaire et d'argile dont la proportion est susceptible d'éprouver des variations considérables dans une même localité. La poussière de ces sortes de minerais a une couleur brune passant quelquefois au jaune, quelquefois au rouge, mais cette circonstance ne correspond point à une différence dans leur composition générale, qui est celle des hydrates naturels renfermant à-peu-près 15 p. % d'eau; elle paraît plutôt tenir à une petite quantité de peroxide anhydre disséminé dans le ciment.

2° **Minerai bleu.** — Il est d'un bleu grisâtre à très-petites oolithes, très-fortement magnétique, mais non magnéti-polaire. Bien que sa couleur soit uniforme, il renferme un mélange d'hydrate de peroxide et d'un silicate particulier de protoxide de fer. On ne l'a trouvé jusqu'ici que dans la mine de Hayange, il forme des masses irrégulières au milieu du minerai brun.

3° **Minerai vert.** — Il provient, comme le précédent, de la mine de Hayange, et se rencontre dans les mêmes conditions de gisement. Il est d'un vert olivâtre taché de jaune, aussi oolithique mais non magnétique. Il contient du peroxide hydraté et un silicate de protoxide de fer moins basique que le précédent.

4° **Minerai bigarré.** — Cette variété contient des mélanges des trois précédentes en toutes proportions, et présente généralement une grande bigarrure de couleurs. Elle est beaucoup moins rare que les deux précédentes, et comme elles, particulière à la partie inférieure du gîte d'hydroxide.

Quand le minerai bleu s'y trouve en proportion notable, elle est magnétique. On trouve dans les mines d'Hayange et de Moyeuve, un minerai d'un gris d'acier, dans lequel on distingue, à la loupe, des oolithes brunes empâtées dans un ciment bleu; ce minerai est assez fortement magnétique.

Tous ces minerais renferment de l'acide phosphorique en proportion assez notable, la variété bleue paraît en contenir plus que la brune. La coloration en bleu très-intense des scories des fourneaux dans lesquels ils sont fondus, indique aussi qu'ils renferment du fer titané. Nous n'y avons trouvé ni soufre, ni arsenic, bien que la pyrite de fer s'y rencontre accidentellement, comme nous l'avons dit, en quelques points. Leur richesse moyenne est de 58 p. % de fer; mais on admet qu'ils ne rendent guère, dans un traitement en grand, que 33 p. % de fonte.

Nous avons fait une ou plusieurs analyses de chacune des variétés de minerai oolithique précédemment décrites, nous en présentons ici le tableau, en nous conformant à l'ordre que nous avons suivi :

1° *Minerais bruns.*

	Coulmy. N° 1.	Ottange. N° 2.	Saint-Jacques. N° 5.	Moyeuvre. N° 4.	Ars-s.-Moselle. N° 5.	Ars-s.-Moselle. N° 6.	Ars-s.-Moselle. N° 7.	Russange. N° 8.
Peroxide de fer.....	0,630	0,585	0,720	0,665	0,550	0,550	0,506	0,425
Eau.....	0,155	0,095	0,145	0,156	0,140	0,140	0,130	0,085
Salle et silice gélatineuse	0,185	0,475	0,075	0,090	0,200	0,150	0,040	0,110
Alumine.....	0,050	0,045	0,047	0,055	0,080	0,050	0,050	0,050
Carbonate de chaux....	traces	traces	traces	0,050	0,050	0,110	0,280	0,270
Id. de magnésie .	>	>	traces	0,022	0,010	0,010	0,010	0,055
Acide phosphorique....	0,0055	non dosé.	non dosé.	non dosé.	0,004	0,004	0,004	non dosé.
	1,0055	1,000	0,987	0,998	0,994	0,994	1,000	0,975

N° 1. — Minerai de la mine du Coulmy, près Longwy, composé de petites oolithes simplement juxtaposées tombant en poudre lorsqu'on l'expose à l'air; la poussière est d'un jaune brunâtre.

N° 2. — Minerai provenant de la tranchée qui se trouve près du nouveau fourneau d'Ottange, il appartient au banc de 4^m,50, qui forme la partie supérieure du gîte d'hydroxide oolithique très-développé dans cette localité. Il est de couleur rouge brunâtre; la poussière est jaune orangée.

N° 3. — Minerai exploité près de l'ancien ermitage Saint-Jacques. Il est en petites couches peu agrégées alternant avec des lits calcaires qui renferment eux-mêmes de petites oolithes ferrugineuses; il contient des débris très-minces de coquilles brisées; sa couleur est brune et celle de la poussière est jaune foncée.

N° 4. — Minerai le plus commun de la mine de Moyeuve à très-petites oolithes de couleur jaune grisâtre; poussière jaune claire.

N°s 5, 6 et 7. — Divers minerais bruns et rouges de la mine de la Charbonnière à Ars-sur-Moselle; ils proviennent d'une même couche qui a deux mètres de puissance.

N° 8. — Minerai exploité à ciel ouvert au sommet de la côte de Russange, d'un brun rougeâtre taché de jaune, la couleur de sa poussière est rouge de brique. On y distingue beaucoup de lamelles calcaires provenant de coquilles brisées.

2° *Minerai bleu de la galerie dite des Fours dans la mine d'Hayange.*

Peroxide de fer.....	0,411
Protoxide de fer.....	0,520
Eau.....	0,105
Silice.....	0,085
Alumine.....	0,022
Carbonate de chaux.....	0,022
— de magnésie.....	0,018
Sable.....	0,010
Acide phosphorique.....	0,007
	<hr/>
	1,000

M. Berthier a aussi analysé le minerai bleu d'Hayange (*voir le Traité des essais par la voie sèche*, tome II, pages 230, 232, 233); son analyse diffère principalement de la nôtre, en ce qu'il y a trouvé une proportion assez notable de carbonate de fer. Nous n'avons jamais rencontré cet élément dans le minerai oolithique et nous nous sommes particulièrement assuré qu'il n'existait pas dans l'échantillon soumis à l'analyse. Pour cela nous avons très-exactement dosé le protoxide de fer par le procédé qui a été donné par M. Marguerite et nous avons recherché la quantité d'acide carbonique que le minerai renferme en attaquant deux grammes par de l'acide chlorhydrique et recueillant les gaz dégagés dans de l'eau de baryte. Nous avons reconnu, par ce moyen, que la quantité d'acide carbonique du carbonate de baryte précipité correspondait sensiblement à celle nécessaire pour saturer la chaux et la magnésie.

M. Berthier pense que le composé auquel le minerai d'Hayange doit sa propriété magnétique est un alumino-silicate de protoxide de fer, représenté par les chiffres suivants :

Protoxide de fer.....	0,747
Alumine.....	0,078
Silice.....	0,124
Eau.....	0,051
	<hr/>
	1,000

En portant sur les 0^s,411 de peroxide de fer que nous avons obtenus, la quantité d'eau nécessaire pour en faire un hydrate, c'est-à-dire 0^s,07 et en réunissant les éléments combinés à la silice, nous sommes conduits aux résultats suivants qui ne diffèrent de ceux obtenus par M. Berthier, qu'en ce que nous avons un peu plus de silice et un peu moins d'alumine.

			OXIGÈNE.	
Protoxide de fer.....	0,692	.....	0,457	} 6
Alumine.....	0,048	.....	0,022	
Silice.....	0,184	.....	0,095	3
Eau.....	0,076	.....	0,067	2
	<hr/>			
	4,000			

Au lieu de considérer le composé comme un alumino-silicate de protoxide de fer, nous pensons que l'alumine dissoute provient d'une argile attaquable par les acides, comme cela se présente uniformément dans les minerais bruns qui ne contiennent pas de protoxide et que le minerai bleu doit sa propriété magnétique à un silicate basique représenté par la formule suivante, que l'on déduit de notre analyse, 5f.'S. + 2Aq.

3° *Minerai vert olivâtre de la galerie des Fours dans la mine d'Hayange.*

Peroxide de fer.....	0,210
Protoxide de fer.....	0,220
Eau.....	0,170
Silice.....	0,095
Alumine.....	0,055
Carbonate de chaux.....	0,190
— de magnésie.....	0,027
Sable.....	0,055
	<hr/>
	0,982

En opérant comme précédemment, on trouve que les éléments combinés à la silice, sont représentés par les chiffres suivants :

		OXIGÈNE.
Protoxide de fer	0,456	0,103
Alumine.....	0,073	0,035
Silice.....	0,200	0,103
Eau.....	0,271	0,240
	<hr/> 1,000	

En plaçant ces chiffres en regard de ceux relatifs au minerai bleu, on voit que le silicate de protoxide de fer contenu dans le minerai vert renferme plus de silice et plus d'eau que le précédent, circonstances auxquelles il doit de n'être point magnétique.

4° Minerais bigarrés.

	Moyeuve. N° 1.	Valerz. N° 2.	Châtel-St-Germain N° 3.
Peroxide de fer	0,540	0,630	0,330
Protoxide de fer.....	0,095	0,040	0,120
Eau.....	0,160	0,082	0,110
Alumine.....	0,045	traces	0,070
Carbonate de chaux ...)	0,090	0,120	0,060
— de magnésie.)		0,035	0,010
Silice	0,050	0,060	0,300
Sable	0,020	0,015	
	<hr/> 1,000	0,982	1,000

N° 1. — Minerai de la mine de Moyeuve à petites oolithes brunes empâtées dans un ciment bleu; poussière d'un brun bleuâtre.

N° 2. — Minerai de la tranchée à ciel ouvert de Valerz, dans la concession d'Ottange; c'est une agrégation très-confuse de parties brunes, vertes, bleues qui forme la partie inférieure du gîte; la poussière est de couleur brune olivâtre.

N° 3. — Minerai provenant d'une recherche entreprise

sur le territoire de la commune de Châtel-Saint-Germain , à l'entrée de la vallée de Monveaux ; la poussière est verdâtre. On a trouvé dans ce minerai de la pyrite en rognons cristallisés à la surface.

Nous avons aussi analysé un fragment de ces plaquettes brunes , passant à l'hématite qui se rencontrent avec abondance dans l'hydroxide oolithique. L'échantillon sur lequel on a opéré , provient de l'exploitation à ciel ouvert de Saulnes, il est compacte , d'un brun foncé ; on distingue dans la pâte quelques oolithes ; la poussière est d'un brun jaunâtre , il a donné :

Peroxide de fer.....	0,620
Eau	0,120
Silice, sable et argile.....	0,150
Alumine.....	0,017
Carbonate de chaux.....	0,050
— de magnésie.....	0,040
	0,977

Minerais de la période tertiaire. — La lisière Nord-Ouest du département de la Moselle, renferme de nombreux dépôts de minerais de fer en grains que l'on rapporte à la période tertiaire et qui ont été décrits dans le mémoire déjà cité (*voir les Annales des Mines*, tome XVI, quatrième série, pages 427-494). Ces minerais se présentent en blocs de dimensions variables, quelquefois énormes et en grains au milieu d'argiles sableuses qui sont tantôt simplement superficielles, tantôt s'enfoncent dans de grandes poches et des fissures rectilignes alignées suivant des directions déterminées dont les parois sont formées par les couches de l'étage oolithique inférieur. Quelques uns de ces minerais à surfaces couvertes d'aspérités délicates paraissent être dans la position où ils se sont formés, tandis que d'autres à surfaces lisses ont évidemment subi l'action de courans diluviens. On les rencontre fréquemment mélangés dans le même gîte,

ce qui porte à croire qu'ils ont la même origine. Leurs caractères minéralogiques sont du reste identiques. Ce sont des hydrates bruns, veinés de jaune, légèrement caverneux et offrant des géodes tapissées de petits cristaux de quartz; leur poussière est jaune. On trouve cependant, dans ces espèces de gîtes, des minerais d'un brun foncé taché de rouge dont la poussière est elle-même de cette couleur, soit parce qu'ils renferment une certaine quantité de peroxide anhydre, soit parce que leur état d'hydratation diffère de celui des premiers. Les uns comme les autres présentent assez souvent des taches irisées qui semblent décéler la présence de minéraux étrangers; mais nous nous sommes assurés par de nombreux essais que ces taches sont dues à des phénomènes particuliers de lumière et que les minerais en grains du département de la Moselle, ne renferment aucun des éléments propres à altérer la qualité du fer. C'est à ces minerais dont la richesse varie entre 40 et 50 p. % qu'est due la réputation des fontes et des fers au bois de la Moselle. Ils sont exploités dans un grand nombre de localités nous citons parmi les plus importantes : les bois d'Aumetz, d'Audun-le-Tiche et d'Ottange, les forêts de Butte et de Selomont, Godbrange, Longwy, Lexy, Bromont, la Malmaison et Vezin, les bois de Saint-Pancré, etc.

Cette formation si précieuse pour l'industrie du fer se retrouve à l'autre extrémité du département dans les collines qui dominant les villages de Berweiler, Nieder-Villing, Remering et Château-Rouge; mais elle y est moins développée que dans l'arrondissement de Briey. Le minerai de fer de ces localités est en petits grains roulés rarement plus gros que le poing, il remplit des fentes sinueuses, des espèces de cavernes, creusées dans les couches solides du muschelkalk supérieur. Il n'est pas rare de trouver disséminés dans ce minerais des débris d'animaux vertébrés.

Nous présentons ici les résultats de trois analyses faites sur

les minerais provenant des gites principaux de l'arrondissement de Briey et d'une analyse faite sur le minerai exploité dans le Muschelkalk à Berweiler.

	BUTTE.	AUMETZ.	FRESNOIS.	BERWEILER.
	N° 1.	N° 2.	N° 3.	N° 4.
Peroxide de fer....	0,680	0,685	0,770	0,540
Oxide de manganèse.	"	0,005	"	0,010
Eau.....	0,100	0,110	0,080	0,060
Alumine.....	0,020	0,025	0,040	0,015
Chaux.....	"	"	traces	traces
Magnésie.....	"	0,004	traces	traces
Silice.....	0,200	0,055	0,060	0,055
Sable.....		0,110	0,050	0,520
	1,000	0,994	1,000	1,000

N° 1. Minerai de la forêt de Butte, brun veiné de jaune à poussière jaune.

N° 2. Minerai du quart en réserve des bois d'Aumetz, brun traversé par de petites veinules de quartz, à poussière jaune.

N° 3. Minerai du quart en réserve des bois de Fresnois-la-Montagne, il est brun taché de rouge; sa poussière est d'un rouge brunâtre assez foncé. Il renferme beaucoup moins d'eau que les précédents.

N° 4. Minerai en petits grains arrondis, exploité à Berweiler, brun taché de rouge; sa poussière est d'un brun passant au rouge. Il est beaucoup moins riche que les précédents, on l'exploite pour le fourneau de Creutzwald.

On a rencontré, dans ces derniers temps, dans les gites de minerais en grains de l'arrondissement de Briey, des rognons d'une substance noire terreuse veinée de bleu, tachant for-

tement les doigts que nous avons reconnu être un minéral de manganèse très-riche. On a signalé, au milieu de dépôts analogues, la présence d'oxides de manganèse hydratés; mais le minéral dont il s'agit est un peroxyde anhydre presque pur. Il paraît être malheureusement assez rare; cependant comme le manganèse se montre en proportion quelquefois assez notable dans les minerais que nous venons de décrire, rien n'indique que l'on ne trouvera pas, un jour, un dépôt dans lequel les blocs de pyrolusite se seront concentrés. Nous en avons examiné un échantillon de la manière suivante :

Le mode d'analyse a été le même que pour les minerais de fer contenant du manganèse. Nous avons de plus, cependant, essayé de déterminer si à côté du peroxyde, dans ce minéral, ne se trouverait pas un oxide moins oxygéné. On arrive, comme on le sait, à cette détermination par divers moyens; mais qui tous consistent dans l'appréciation de la quantité de chlore, produite par un poids donné de minéral traité par l'acide chlorhydrique. Le chlore peut être recueilli dans une dissolution de potasse caustique et d'acide sulfureux. Nous avons employé l'acide sulfureux, en prenant, pendant l'expérience, les précautions indiquées par M. Regnault. Dans un ballon d'un litre environ, on fit bouillir de l'eau distillée pour la priver d'air. On ajouta à cette eau du chlorure de barium, et on fit passer un courant d'hydrogène jusqu'à son entier refroidissement. C'est alors qu'elle fut chargée d'acide sulfureux lavé et obtenu par la réaction de l'acide sulfurique sur le mercure. Dans cette dissolution, se rendait le chlore provenant de la réaction de l'acide chlorhydrique sur un poids connu de minéral. Le chlore transformait, immédiatement, l'acide sulfureux en acide sulfurique, qui réagissait, à son tour, sur le chlorure de barium et produisait du sulfate de baryte dans lequel l'oxygène de la base représente exactement celui fourni par l'oxide de manganèse soumis à l'expérience. C'est en opérant ainsi,

que nous avons reconnu que le manganèse, dans ce minerai, se trouvait complètement à l'état de peroxide.

Il est composé de :

Peroxide de manganèse	0,843
— de fer	0,040
Eau.....	0,035
Silice gélatineuse.....	0,030
Alumine.....	0,010
Magnésie	0,020
Sable.....	0,030
	1,008

La silice gélatineuse forme probablement avec l'alumine, la magnésie et l'eau une espèce d'argile qui se trouve, en très-petite quantité, dans le minerai.

Dans les fourneaux au bois où l'on fond les minerais en grains de l'arrondissement de Briey avec l'hydroxide oolithique, il se forme, comme à Creutzwald, une cadmie qui se dépose un peu au-dessous du gueulard. Un échantillon, recueilli à l'usine d'Ottange, nous a fourni à-peu-près la même composition que celle de cette dernière localité. Nous n'avons pu, cependant, découvrir de traces de soufre ou de métaux étrangers dans les minerais qui sont fondus dans cette usine, et nous ne savons auquel des deux il faut attribuer le zinc et le plomb de la cadmie¹. Ces métaux sont probable-

¹ Depuis la rédaction de ce mémoire, M. Communaux, directeur de l'usine d'Ottange, a remis à l'un de nous, un échantillon du minerai de Valerz, qui explique très-bien la circonstance que nous signalons. C'est une géode de calcaire lamellaire, tapissée, à l'intérieur, de cristaux, et empatée dans une masse de minerai coquillier; on y distingue: 1° de la galène en cristaux cubiques et en petites lamelles irisées, recouvrant les faces des cristaux de carbonate de chaux; 2° de la blende en petites veinules brunâtres; 3° de la pyrite de fer; 4° de la baryte sulfatée lamellaire d'un rouge de chair. Il y a lieu de croire, que ces diverses substances ne sont point disséminées, uniformément, dans le gîte d'hydroxide oolithique; mais qu'elles y sont localisées en quelques points, de telle sorte que l'analyse chimique est impuissante à les découvrir, dans des échantillons de petites dimensions.

ment contenus dans l'un d'eux, en très-petite quantité, et ne s'y rencontrent qu'accidentellement. La cadmie, soumise à l'analyse par le procédé déjà décrit, est de couleur vert réседа, et composée de :

Oxide de zinc.....	0,770
Oxide de plomb.....	0,115
Protoxide de fer.....	0,035
Chaux.....	0,010
Magnésie.....	traces
Silice et sable.....	0,025
Charbon.....	traces
	0,985

Minerais de la période diluvienne. — A la période diluvienne correspondent, dans le département de la Moselle, des dépôts assez abondants de minerais, qui proviennent de la destruction de l'étage oolithique inférieur. Les éléments dont ils sont formés, sont principalement empruntés aux veinules hematiteuses des couches d'hydroxide oolithique, et du grès sur lequel elles reposent; on y rencontre, cependant, aussi des fragments roulés qui appartiennent aux minerais de la période tertiaire. Ces minerais de l'époque diluvienne, se présentent en petites plaquettes arrondies sur les angles au milieu d'argiles sableuses. Il sont déposés aux pieds de la falaise qui termine le terrain jurassique, et l'enveloppent comme une ceinture. Bien que les dépôts de ces minerais soient assez étendus dans le département, ils n'ont été exploités jusqu'ici qu'en deux points, dans la forêt domaniale de Florange, et au-dessous du village de Russange. Ils sont assez riches; malheureusement, ils renferment de l'acide phosphorique en proportion assez notable. Quelques auteurs prétendent y avoir trouvé des traces de soufre et d'arsenic; mais les essais, très-nombreux, que nous avons faits pour y rechercher ces deux substances ayant été infructueux, bien que nous ayons opéré sur des masses considérables, nous

pensons que cette indication n'est pas exacte. Nous avons appliqué, à plusieurs reprises, à la recherche de l'arsenic dans ces minerais, l'appareil de Marsh, avec les soins indiqués au commencement de ce mémoire, et nous n'avons jamais obtenu de traces de ce métal.

Nous donnons ici la composition de deux minerais provenant des localités citées plus haut.

	FLORANGE.	RUSLANGE.
	N° 1.	N° 2.
Peroxide de fer.....	0,720	0,664
Eau.....	0,125	0,120
Silice gélatineuse.....	0,025	0,015
Alumine.....	0,028	0,025
Chaux et magnésie.....	traces	"
Sable et argile.....	0,097	0,160
Acide phosphorique.....	traces	0,008
	0,995	0,992

N° 1. Minerai de la forêt de Florange, il est en plaquettes et en gros grains arrondis, sa poussière est jaune. Il est exploité pour l'usine d'Hayange.

N° 2. Minerai dans les champs au-dessous du village de Russange, en plaquettes à surfaces mamelonnées. Il a été exploité, il y a deux ans; mais la fonte qu'on en a obtenue a été trouvée si mauvaise qu'on n'a pu continuer de s'en servir. C'est celui de tous les minerais, soumis à l'analyse, qui renferme la plus grande proportion de phosphore.