

746000

PROFANE DE PROLE
SINE XPOSSIBILE

ANNUAIRE

NON INVITUS PREMOR

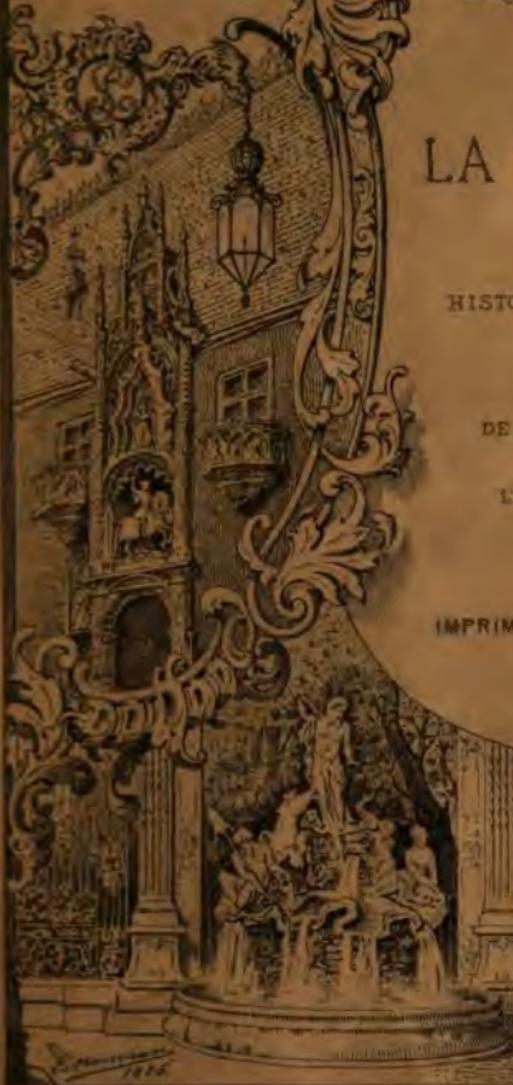


NANCY ET LA LORRAINE

NOTICE
HISTORIQUE ET SCIENTIFIQUE

XV^e CONGRÈS
DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE
POUR
L'AVANCEMENT DES SCIENCES

NANCY
IMPRIMERIE BERGER LEVRAULT & C^{ie}
11, Rue Jean-Lamour
1886



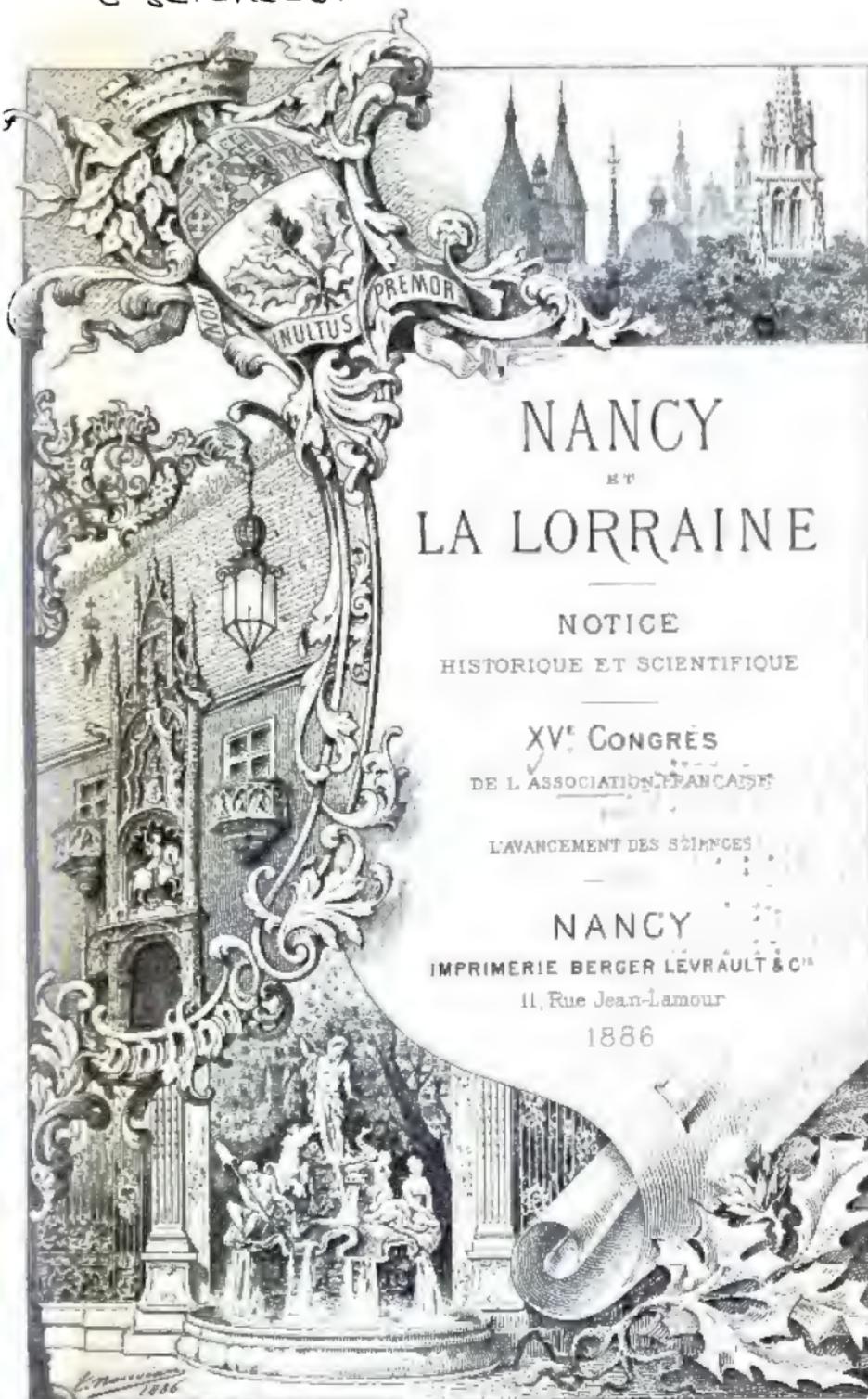
Association
DPZ

NANCY

ET

LA LORRAINE

Association française pour l'avancement
des sciences.



NANCY
ET
LA LORRAINE

NOTICE
HISTORIQUE ET SCIENTIFIQUE

XV^e CONGRÈS
DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE

L'AVANCEMENT DES SCIENCES

NANCY
IMPRIMERIE BERGER LEVRAULT & C^{ie}
11, Rue Jean-Lamour
1886

NOTICE

SUR

L'INDUSTRIE MINÉRALE

DANS LE

DÉPARTEMENT DE MEURTHE-ET-MOSELLE

Le minerai de fer et le sel sont les seuls produits des mines de Meurthe-et-Moselle, mais ils sont répandus avec abondance dans le sol du département et ont permis aux industries basées sur leur emploi d'y prendre une importance de premier ordre. Le but de cette notice est seulement de donner une idée générale de la nature et de l'exploitation de leurs gisements, et quelques indications sommaires sur leur traitement dans les usines. Des renseignements détaillés sur les gîtes miniers, accompagnés de nombreuses coupes et analyses, sont contenus dans la *Description géologique des terrains de Meurthe-et-Moselle*, de M. Braconnier.

FER.

APERÇU GÉNÉRAL. — Un des traits les plus saillants de la structure du département de Meurthe-et-Moselle, est la longue ligne de côtes qui le traverse du sud au nord en passant près de Nancy, pour se prolonger ensuite vers Metz. Constituées d'une manière uniforme, toutes ces côtes sont formées de marnes argileuses liasiques, surmontées de bancs calcaires de l'oolithe inférieure; c'est au contact de ces deux terrains qu'apparaît le minerai de fer, sous forme d'une matière ocreuse et grenue, s'étendant en couches régulières sous les plateaux. Ce minerai est un oxyde de fer hydraté, à texture oolithique, et à gangue argileuse, calcaire ou siliceuse, toujours phosphoreux, dont on peut estimer en moyenne la teneur en fer métallique à 33 p. 100 et la teneur en phosphore à 0,6 p. 100 environ.

Le département renferme un autre minerai, également composé d'oxyde de fer hydraté, mais en grains ou rognons empâtés dans une argile rouge, et remplissant des poches superficielles irrégulières dans les calcaires de l'oolithe inférieure. Sa faible teneur en phosphore a fait rechercher autrefois ce « minerai de fer fort », pour la fabrication de la fonte au bois, de préférence à la « minette » oolithique, malgré son

prix plus élevé. Mais, depuis 1882, date de l'extinction du dernier haut-fourneau au bois, l'exploitation du minerai de fer fort, déjà très réduite, a complètement cessé.

NATURE DU MINERAI. — Le minerai oolithique est aujourd'hui seul employé dans les nombreuses usines de Meurthe-et-Moselle ; il se compose de petits grains ferrugineux arrondis, ou oolithes, réunis par un ciment plus ou moins abondant.

Les oolithes, qui sont la partie la plus riche du minerai, ont une forme sphéroïdale, souvent aplatie, et un diamètre de un demi à un quart de millimètre ; on trouve, en outre, disséminés dans la masse, des grains irréguliers de dimensions plus fortes. Chaque oolithe ferrugineuse est composée de couches concentriques de peroxyde de fer hydraté plus ou moins argileux, la couche extérieure, mince et dure, enveloppant comme une écorce le remplissage intérieur, plus terreux. Souvent accidentée légèrement, la surface des grains est lisse, brillante, et de couleur brune, avec nuances variant du jaune au rouge. Une analyse faite par M. Braconnier sur des oolithes bien isolées a indiqué une teneur en fer de 53 p. 100.

Le ciment qui réunit les oolithes est un mélange en proportions variables d'argile, de calcaire et de silicates ou silico-aluminates de fer, unis quelquefois à du carbonate de fer. Composé, dans certains mine-

rais, de calcaire pur, il est alors blanc ou grisâtre, cristallin, pauvre en fer, et donne rarement des produits riches. Dans les autres cas, il est gris noirâtre, vert, ou plus souvent d'un brun ocreux rougeâtre ou jaunâtre; les couleurs foncées s'éclaircissent et passent au jaune et au rouge, dans les parties des couches modifiées par les agents atmosphériques, au voisinage du sol et des cassures du terrain. La teneur en fer du ciment argilo-calcaire peut dépasser 35 p. 100; il contient toujours une proportion notable de ce métal, souvent à ses deux états d'oxydation, et la couleur verte, caractéristique du protoxyde, indique dans les parties qui la revêtent la présence exclusive, ou au moins la prépondérance de ce dernier.

De petits grains arrondis de quartz translucide accompagnent assez fréquemment les oolithes. Rares quand l'argile domine dans le ciment, ces grains peuvent devenir très nombreux s'il est calcaire, et abondent surtout dans les minerais friables, mal cimentés, qui peuvent passer à de véritables grès ferrugineux inutilisables.

L'aspect, la dureté, la richesse et la qualité du minéral varient avec le nombre et les dimensions des oolithes ferrugineuses et des grains quartzeux, et avec la nature et l'abondance du ciment. Leur cassure est irrégulière et grenue; leur couleur varie du vert au rouge violacé en passant par le jaune, avec toutes les nuances du brun; quelques minerais à gangue verte

sont légèrement magnétiques. Un ciment calcaire, uni à des grains de quartz abondants, donne au minerai une grande dureté; l'absence de ciment, ou certaines gangues vertes très peu consistantes, correspondent au contraire à des minerais très friables, s'écrasant sous les doigts, et tous les intermédiaires peuvent se rencontrer entre ces extrêmes.

La teneur en fer atteint 48 p. 100 dans certains échantillons, mais pour la moyenne d'une exploitation elle se tient presque toujours entre 30 et 36 p. 100. Si elle descend au-dessous de 30 p. 100, le minerai à gangue argileuse ou siliceuse n'est plus guère utilisable; quand la gangue est très calcaire, on peut au contraire l'exploiter comme « calcaire ferrugineux » à employer en mélanges, et, si le calcaire est très pur, descendre à des teneurs inférieures à 20 p. 100. La proportion de phosphore varie dans les minerais de 0,2 à 1 p. 100; et la teneur en soufre ne dépasse guère quelques dix-millièmes. Les proportions de chaux, de silice et d'alumine sont extrêmement variables; on recherche surtout les minerais qui unissent à une bonne teneur en fer une composition de gangue permettant de les fondre seuls, sans addition de matières pauvres ou stériles. Cette qualité est assez rare, et le plus souvent l'élément calcaire fait défaut pour en doter les minerais, on estime donc tout particulièrement ceux où il est suffisant ou surabondant: ce sont les minerais calcaires, ainsi nommés par

opposition aux minerais marneux ou siliceux, où l'argile et la silice dominant dans la gangue, et qu'on ne peut fondre sans une addition calcaire augmentant la consommation de combustible.

STRUCTURE DES COUCHES. — Les couches formées dans le sol par le minerai de fer oolithique sont rarement homogènes sur toute leur hauteur, et se composent d'une série de bancs de qualités différentes, quelquefois soudés l'un à l'autre avec variation continue de composition, d'autres fois nettement séparés par des « décollements ». Dans les bancs eux-mêmes, le minerai est accidenté par des veinules irrégulières et des rognons lenticulaires d'argile marneuse ou de calcaires plus ou moins ferrugineux, et, vers la base du gisement, par des veinules de fer hydroxydé compact, disposées parfois en géodes renfermant une argile sableuse. Dans le sens horizontal, la masse du minerai n'est pas non plus continue : les couches sont presque toujours sillonnées par un ou deux systèmes de cassures parallèles, plus ou moins ouvertes, vides, ou remplies d'argile et de concrétions calcaires. Les fossiles ne sont pas rares dans le minerai et permettent d'y caractériser plusieurs niveaux ; certains lits, littéralement pétris de coquilles, forment souvent la limite des bancs exploitables et sont désignés, dans les mines, sous le nom de coquillages. On trouve quelquefois des fragments de bois fossile, qui ont con-

servé leur structure et leur combustibilité, mais qui s'altèrent assez vite au contact de l'air.

Les variations de puissance des couches exploitables, rapides ou lentes suivant les directions où on les observe, indiquent une forme lenticulaire, très allongée dans un sens, et relativement étroite dans le sens perpendiculaire, la diminution d'épaisseur du minerai utilisable vers les bords de la lentille s'opérant, soit par une réduction réelle de puissance de la couche dans son ensemble, soit par un appauvrissement progressif des bancs exploitables, soit plus souvent par ces deux causes réunies; dans une même lentille, la qualité du minerai diminue très souvent avec son épaisseur.

COMPOSITION DU GISEMENT. — La formation ferrugineuse, constituée par les couches de minerai et leurs intervalles stériles, repose sur les argiles supérieures du lias, avec intercalation fréquente d'un banc gréseux, et porte une couche d'argile marneuse micacée qui la sépare des premiers calcaires de l'oolithe. Le nombre des couches ferrifères n'est pas constant, mais elles se groupent en trois étages, généralement faciles à distinguer, et séparés par des intervalles stériles marneux, savoir : un étage supérieur comprenant une couche de minerai surmontée de bancs calcaires plus ou moins ferrugineux, et quelquefois veinés de minerai, sur lesquels reposent directement

les argiles marneuses micacées, et deux étages inférieurs, dont chacun renferme une couche, ou quelquefois deux couches, séparées par un banc pauvre en fer. Dans le Luxembourg et les régions qui l'avoisinent en France et en Alsace-Lorraine, où la formation ferrugineuse est très développée, les diverses couches de minerai ont reçu des noms rappelant leur aspect le plus fréquent : la « couche rouge » surmontée des « calcaires ferrugineux » constitue l'étage supérieur, la « couche grise » représente l'étage moyen et la « couche noire » l'étage inférieur. L'étage moyen peut présenter en outre une « couche jaune » au-dessus de la couche grise, et la série doit être complétée par la « couche verte », qui apparaît en certains points à la base de l'étage inférieur. Très convenables pour une grande partie de l'arrondissement de Briey, ces dénominations ne pourraient être appliquées dans celui de Nancy, où les minerais des trois étages prennent les aspects les plus différents selon les points, n'ont rien de caractéristique dans leur couleur et leur texture, et ne se distinguent que par leurs positions relatives et leurs fossiles.

Partout où la formation ferrugineuse a été l'objet de travaux de reconnaissance, on l'a trouvée parfaitement caractérisée, et constituant un horizon géologique très net et très constant ; sa valeur industrielle est au contraire des plus variables, bien qu'elle se modifie un peu moins rapidement pour l'ensemble des couches

que pour chacune d'elles prise isolément : tandis qu'en certains points son épaisseur ne dépasse pas un petit nombre de mètres, et ne renferme que quelques décimètres de minerai inutilisable, elle peut atteindre en d'autres régions une trentaine de mètres de puissance, et donner plus de dix mètres de produits exploitables.

L'épaisseur des couches de minerais proprement dits, utilisables en Meurthe-et-Moselle, dépasse rarement trois mètres, reste le plus souvent voisine de deux mètres, et ne peut guère descendre au-dessous de un mètre sans rendre l'exploitation onéreuse; on trouve dans les calcaires ferrugineux, quand ils sont bien développés, des bancs exploitables d'une puissance plus grande, atteignant et même dépassant cinq mètres.

ALLURE DU GISEMENT. — La formation ferrugineuse paraît s'étendre sous tout le plateau que constituent les terrains de l'oolithe inférieure à l'ouest et au nord du département, sur un peu moins de la moitié de sa superficie, et se prolonge en Alsace-Lorraine, en Belgique, dans le grand-duché de Luxembourg, et probablement, aussi, vers l'ouest, dans le département de la Meuse. Les couches ferrifères apparaissent à la surface du sol sur les versants des vallées creusées assez profondément dans le plateau, sur les pentes qui le limitent en le reliant à la plaine liasique, et sur les

flancs de toutes les côtes qui en ont été détachées par les érosions. Les affleurements les plus étendus occupent les environs de Nancy, où ils serpentent d'une manière continue à travers tout le département autour d'une ligne nord-sud de 70 kilomètres de longueur ; mais ils y sont en grande partie masqués par des éboulis provenant des couches supérieures. Vers Longwy, la formation ferrugineuse affleure sur de grandes longueurs dans les vallées voisines de la frontière nord du département, entre Saint-Pancré et Villerupt ; le développement des affleurements y est moins considérable qu'à Nancy, mais ils sont beaucoup plus nets, en raison de l'épaisseur plus grande de la formation, de la pente plus faible des terrains de recouvrement et des nombreuses attaques à ciel ouvert dont ils ont été l'objet. Entre Nancy et Longwy, près de Briey, un court affleurement, dû à un relèvement local, se montre dans la vallée du Couroy ; il en existe d'autres plus importants au voisinage de la même ville, sur les versants de la vallée de l'Orne, mais au delà de la frontière.

Dans son ensemble, le gisement ferrifère, comme les terrains qui l'encaissent, plonge légèrement vers l'intérieur du bassin de Paris, c'est-à-dire vers l'ouest et le sud-ouest, avec une pente généralement comprise entre un et deux centimètres par mètre. Le sens de la pente est modifié quelquefois par les dénivellations accompagnant les failles ; en outre, au

voisinage des affleurements, le plongement se fait souvent vers la vallée, par suite d'affaissements dans les terrains inférieurs, et les couches sont fréquemment brisées et disposées en gradins.

SITUATION ET IMPORTANCE DES EXPLOITATIONS. — Le minerai oolithique a été exploité à une époque très ancienne dans quelques points du département et des régions voisines, où l'on retrouve les galeries percées dans le gisement et les scories provenant du traitement ; inutilisé ensuite pendant des siècles, il a été repris vers 1834 et, depuis lors, sa production s'est rapidement accrue.

Ce minerai est exploité en Meurthe-et-Moselle à ciel ouvert et par galeries souterraines ; dans le premier mode d'exploitation, l'abatage du minerai est plus économique ; mais comme il exige en même temps l'abatage de tous les terrains de recouvrement, il est applicable seulement dans les localités où le minerai est à peu de distance du sol. Les minerais de fer exploitables à ciel ouvert, d'après la loi sur les mines, constituent des « minières » appartenant au propriétaire du sol qui les recouvre, et peuvent être exploitées par lui sans autre formalité qu'une simple déclaration. Les minerais de fer dont l'extraction nécessite des travaux souterrains constituent, au contraire, des « mines » proprement dites, formant une propriété distincte de la surface ; ils ne peuvent être exploités

qu'en vertu d'une concession accordée par le Gouvernement, sur une demande appuyée par des travaux de recherches, démontrant l'existence d'un gisement utilisable.

C'est d'abord sur les régions voisines des affleurements, plus facilement accessibles et exploitables, que se sont naturellement portés les travaux de reconnaissance et d'exploitation de la formation ferrugineuse, et des recherches placées franchement en plein plateau n'ont été entreprises que depuis un petit nombre d'années. Les parties du gisement déjà reconnues utilisables occupent trois régions distinctes dans le département, autour des villes de Nancy, Briey et Longwy.

GROUPE DE NANCY. — Autour de Nancy, les terrains explorés avec succès s'étendent sans interruption le long des affleurements entre Pont-Saint-Vincent et Marbache. Au sud de Pont-Saint-Vincent, les affleurements paraissent peu riches et les recherches sérieuses manquent; cependant, à l'extrémité sud du département, des travaux exécutés dernièrement à la côte de Sion ont donné des résultats assez satisfaisants pour motiver le dépôt d'une demande en concession. Au nord de Marbache, sur les versants des vallées de la Moselle et de ses affluents, quelques reconnaissances ont fourni des résultats médiocres et n'ont pas été poursuivies. Ces deux régions situées au

nord et au sud du groupe des mines de Nancy, sont en somme peu connues, et il en est de même de toute la partie de la formation située à quelque distance des affleurements. Entre Pont-Saint-Vincent et Marbache, tous les terrains voisins des affleurements ont été concédés, dans les vallées de la Moselle, de la Meurthe et de leurs affluents, ne laissant libres que quelques côtes isolées et les extrémités des plateaux détachés, sur la rive droite de la Moselle.

L'exploitation à ciel ouvert est à peu près impraticable dans cette région : en raison de la pente escarpée des terrains calcaires de l'oolithe au-dessus des affleurements de la formation ferrugineuse, celle-ci est recouverte, en effet, dès son origine, par une épaisseur considérable de terrains stériles. Quelques travaux à ciel ouvert ont été cependant exécutés autrefois à Chavigny et Agincourt, mais sont entièrement abandonnés depuis longtemps ; l'exploitation souterraine est au contraire active.

Les concessions du groupe de Nancy sont maintenant au nombre de 46, présentant une superficie totale de 15.080 hectares, dont 10.450 hectares de terrain minier ; 16 mines sont en activité et ont fourni 585.700 tonnes de minerai en 1885 ; 13 seulement d'entre elles sont l'objet d'une véritable exploitation, les travaux ne consistant dans les trois autres qu'en galeries de préparation ou de reconnaissance. Ces treize concessions sont indiquées dans

le tableau suivant par ordre de production décroissante.

NOMS DES CONCESSIONS.	SITUATION ¹ .	EXPLOITANTS.
Chavigny.	Ludres.	Société des forges et aciéries du Nord et de l'Est.
Marbache.	Marbache.	Haldy, Rœchling et Cie.
Ludres.	Ludres.	Dupont et Fould.
La Fontaine-des-Roches.	Messein.	Simon, Lemud et Cie.
Le Val-de-Fer.	Chavigny.	Société métallurgique de la H ^{te} -Moselle.
Boudonville.	Maxéville.	Société de Vezin-Aulnoye.
L'Avant-Garde.	Pompey.	Société de Vezin-Aulnoye.
Bouxières-aux-Dames.	Bouxières-aux-Dames.	Société des forges et fonderies de Montataire.
Maxéville.	Maxéville.	Société des mines de Luxembourg et des forges de Sarrebrück.
Laxou.	Laxou.	Dietrich et Cie.
Champigneulles.	Champigneulles.	Société des hauts-fourneaux de Champigneulles.
La Grande-Goutte	Maron.	Bradfer et Cie.
Frouard.	Frouard.	Société des forges et fonderies de Montataire.

1. Les localités indiquées dans cette colonne sont les plus voisines de l'entrée des mines.

Dans les mines de Nancy, les calcaires ferrugineux de la partie supérieure du gisement sont très peu développés, et ceux que l'on extrait à Marbache proviennent de veines intercalées dans la couche exploitée. On peut utiliser selon les points un ou deux étages, dont la position varie dans les différentes mines, et, par suite des modifications rapides de la

composition des couches, les exploitants de deux concessions voisines peuvent être amenés à porter leurs travaux sur des étages différents. ✓

GROUPE DE LONGWY. — Dans les environs de Longwy, les terrains miniers reconnus utilisables s'étendent le long de tous les affleurements compris entre Cosnes et Villerupt, dans les vallées du Coulmy, de la Chiers, de la Moulaine, de la Côte-Rouge et de l'Alzette, et sous le plateau qui s'étend au sud de ces affleurements, vers Tiercelet et Serrouville. La pente des terrains qui recouvrent la formation ferrugineuse étant souvent peu rapide, un grand développement a pu être donné à l'exploitation à ciel ouvert, surtout à Hussigny, et les minières exploitées, situées dans les communes de Villerupt, Saulnes, Hussigny et Herse-range, ont fourni 361.000 tonnes de minerai en 1885. La plus importante d'entre elles est la mine de la Côte-Rouge, exploitée à Hussigny par les Sociétés de Maubeuge et de Denain et Anzin.

Les concessions du groupe de Longwy sont au nombre de 25, présentant une superficie totale de 8.077 hectares, dont 6.818 hectares de terrain minier ; 20 d'entre elles bordent les affleurements, et 13 seulement sont exploitées ; elles ont fourni 707.000 tonnes de minerai en 1885 et sont indiquées dans le tableau suivant, par ordre de production décroissante.

NOMS DES CONCESSIONS.	SITUATION.	EXPLOITANTS.
Herserange. Saulnes.	Saulnes. Saulnes.	Société des aciéries de Longwy. G. Raty et C ^œ et F. de Saintignon et C ^œ .
Hussigny.	Hussigny.	Société des aciéries de Longwy et So- ciété des forges de la Providence.
Longlaville. Micheville.	Saulnes. Villerupt.	G. Raty et C ^œ . Ferry Curicque et C ^œ .
Mont-St-Martin. Lexy.	Mont-St-Martin. Rehon.	Société des aciéries de Longwy. Société des forges de la Providence.
Godbrange. Mexy.	Hussigny. Longwy.	Syndicat des mines de Godbrange. F. de Saintignon et C ^œ .
Senelle.	Longwy.	Boutmy et C ^œ .
Le Mont-de-Chat. Moulaine.	Longwy. Haucourt.	Société des hauts-fourneaux de la Chiers. Société des aciéries de Longwy.
Villerupt.	Villerupt.	C ^œ des forges de Châtillon et Com- mentry.

Les calcaires ferrugineux sont très développés à Saulnes et à Hussigny, où ils présentent des étages exploitables de plusieurs mètres d'épaisseur, avec intercalation de nombreuses veines de minerai riche, et restent utilisables jusqu'à Villerupt. La couche rouge est exploitée dans toute la partie orientale de la région de Longwy, de Villerupt à Hussigny, et diminue d'importance vers l'ouest. La couche grise paraît s'étendre dans toute la région avec une puissance suffisante, mais la nature siliceuse et friable de son minerai a restreint en de nombreux points son exploitation, qui n'a quelque importance que dans la partie occidentale du groupe; c'est aussi dans cette seule partie que la couche noire est utilisable et exploitée.

GROUPE DE BRIEY. — Dans les environs de Briey il existe aujourd'hui dix concessions, dont une seule contient quelques affleurements peu étendus. Aucune d'elle n'est en exploitation, mais un puits est en fonçage pour la mise en œuvre de la mine d'Homécourt, appartenant à la Société de Vezin-Aulnoye ; les dix concessions occupent une superficie de 8,077 hectares, entièrement composés de terrain minier.

Un intérêt tout spécial s'attache à la région de Briey, en raison de l'importante campagne de recherches dont elle a été le théâtre de 1882 à 1885. Suivant les conseils de M. Genreau, ingénieur en chef des mines, trente sondages d'exploration, méthodiquement disposés, y ont été forés par les industriels du département et la Société du Creusot. Parties de Jœuf, point voisin des mines de Moyeuve, les recherches se sont avancées progressivement dans la vallée de l'Orne, jusqu'à 20 kilomètres de distance des affleurements, découvrant, sur une étendue d'environ 14,000 hectares, un gisement exploitable en partie très riche. Quatorze demandes en concession ont suivi ces recherches et huit d'entre elles ont déjà abouti à l'institution des concessions de Homécourt, Auboué, Moutiers, Valleroy, Moineville, Girault, Jarny et Fleury, occupant 6.333 hectares.

Dans l'espace ainsi reconnu, la couche grise, ou moyenne, est de beaucoup la plus importante et la plus régulière ; son minerai, à grain fin et à gangue

verte, présente souvent une teneur en fer et une qualité excellentes, avec une puissance très avantageuse.

Au total, le département de Meurthe-et-Moselle a produit 1.674.000 tonnes de minerai en 1885, en occupant à son extraction 2,000 ouvriers environ. La plus forte production jusqu'à présent atteinte a été celle de 1884 qui s'est élevée à 1.970.000 tonnes.

EXPLOITATION. — MINIÈRES. — Le canton de Longwy renferme seul aujourd'hui des minières à ciel ouvert, que rien ne distingue de simples carrières, au point de vue de l'exploitation, si ce n'est une forte proportion de déblais ; on y attaque la formation ferrugineuse et les terrains qui la recouvrent, soit en descendant verticalement sur toute la hauteur exploitée, qui atteint parfois une vingtaine de mètres, soit mieux par gradins successifs correspondant aux couches de minerai et aux bancs stériles. Les déblais provenant des terrains de recouvrement, des intervalles stériles entre les couches et des veines et rognons pauvres triés dans le minerai, sont entassés en arrière du front de taille ; de petites voies ferrées longeant sa base conduisent à l'usine ou au chemin de fer le minerai chargé en wagonnets.

A mesure que l'on s'éloigne des affleurements, l'épaisseur des terrains de recouvrement croît assez vite, en augmentant le prix de revient du minerai ; si celui-ci vient à dépasser la valeur du produit extrait,

l'exploitation cesse naturellement d'être possible, et l'arrivée de ce moment est souvent hâtée par les mouvements de glissement qui se produisent dans les argiles marneuses du toit de la formation, lorsque leur pied est coupé sur une certaine hauteur ; elles descendent dans les travaux, augmentent beaucoup le travail de déblaiement, et peuvent donner lieu à des dégâts superficiels assez considérables. La hauteur de découvert qu'il est possible d'atteindre ne paraît guère dépasser une dizaine de mètres, et varie d'ailleurs beaucoup, selon le sens de la pente des couches et l'humidité des terrains. Les minerais exploitables à ciel ouvert n'occupent donc qu'une faible fraction des terrains miniers utilisables, et ne forment qu'une bande relativement étroite autour des parties concisibles du gisement. Comme leur exploitation est active, il est probable qu'ils seront assez rapidement épuisés.

MINES. — L'exploitation souterraine pourra fournir au contraire, pendant de longues années encore, les matières premières nécessaires à l'industrie sidérurgique. Elle ne porte aujourd'hui que sur les parties du gisement voisines des affleurements, et situées au-dessus du fond des vallées, de sorte que l'extraction du minerai et l'écoulement des eaux s'opèrent facilement, et sans machines, par des galeries percées à flanc de coteau ; les couches minérales étant d'ailleurs peu inclinées et d'une allure rég-

lière, l'exploitation est fort simple, et les diverses méthodes employées sont au fond peu différentes les unes des autres.

Une galerie principale dessert chaque champ d'exploitation ; des galeries secondaires parallèles, distantes de 50 à 100 mètres l'une de l'autre, se détachent de la galerie principale et sont reliées par quelques traverses, destinées à assurer l'aérage et à faciliter les communications. Toutes ces galeries ont en général 2 mètres à 2^m,50 de largeur et une hauteur voisine de 2 mètres, variable avec l'épaisseur de la couche exploitée ; elles déterminent de longs massifs, d'une largeur égale à la distance de deux galeries secondaires, qui sont pris le plus souvent comme suit : on ouvre successivement, à partir de chaque galerie secondaire, et généralement d'un seul côté, des « chantiers » parallèles, distants de 9 à 13 mètres d'axe en axe ; chacun d'eux entre d'abord dans le massif avec la largeur d'une galerie ordinaire, qu'il conserve sur une longueur de 6 à 10 mètres ; le front de taille est ensuite élargi, et le chantier continue à s'avancer sur une largeur de 3 à 7 mètres, avec une hauteur égale à celle de la couche exploitée, jusqu'à une distance de quelques mètres de la galerie secondaire suivante. Deux chantiers voisins ainsi terminés comprennent entre eux un long pilier de 5 à 8 mètres de largeur, qui est « dépilé » par tranches successives de 4 à 6 mètres, prises normalement à sa longueur, à partir du second

chantier tracé, en se rapprochant de plus en plus de la galerie secondaire d'où l'on est parti. Le dépilage est arrêté à quelque distance de cette galerie, au point où se sont élargis les fronts de taille. En opérant ainsi progressivement dans chaque massif, on enlève tout le minerai qu'il renferme, sauf deux bandes étroites longeant les galeries secondaires, dont l'une est continue, et l'autre interrompue par les entrées de chantiers. Elles servent à assurer la solidité des galeries secondaires, utilisées par le roulage pendant l'exploitation des massifs ; on réserve des piliers de protection analogues le long des traverses, s'il y a lieu, et d'autres, plus importants de part et d'autre de la galerie principale. Mais lorsqu'une portion de galerie devient inutile, par suite de l'épuisement de la partie du gisement qu'elle dessert, ses piliers de protection sont enlevés de la même manière que les piliers compris entre deux chantiers consécutifs. En résumé, l'exploitation comprend trois phases : 1° traçage des galeries ; 2° avancement des chantiers ; 3° dépilage. Dans un petit nombre de mines, la largeur des chantiers en avancement étant égale, ou à peu près, à leur distance d'axe en axe, le dépilage proprement dit n'existe plus, ou devient insignifiant.

Une variante très répandue consiste dans la substitution aux chantiers à large front de taille, pour le sectionnement des massifs en piliers, de simples recoupes, tracées suivant le même plan, mais larges de

2 mètres à 2^m50 seulement ; on peut les considérer comme faisant partie des traçages, auxquels les dépilages succèdent alors immédiatement. Les recoupes sont parfois tracées de part et d'autre de chaque galerie secondaire, et les massifs sont en ce cas dépilés par moitié, au moyen des deux galeries qui les comprennent. Le dépilage lui-même s'opère aussi quelquefois par des tailles partant à la fois de deux recoupes voisines, pour se rejoindre au milieu du pilier qui les sépare ; la distance des recoupes est alors augmentée, et peut atteindre une vingtaine de mètres. Enfin on a substitué, dans une mine, au dépilage par tranches, un simple chantier en retour, revenant vers la galerie secondaire avec un front de taille de largeur égale à la distance de deux recoupes successives.

La méthode la plus avantageuse à employer n'est pas la même dans les différentes mines, et son choix est motivé surtout par la dureté du minerai, la solidité du toit et la hauteur de la couche, qui varie de 1 à 5 mètres ; quand cette hauteur dépasse 3^m,50, elle est prise dans les chantiers en deux fois, par un gradin droit.

L'abatage du minerai s'opère au pic et à la poudre ; dans un bon nombre d'exploitations, l'emploi du fleuret et de la masse, pour le percement des trous de mines, est avantageusement remplacé par celui d'une perforatrice à mains : une tarière, mise en mouvement par une manivelle, porte une vis tournant dans un écrou fixe, qui la fait avancer progressivement ;

l'écrou est fixé sur un bâti en fer très simple et facile à manier, où il peut prendre la position et l'inclinaison désirées. Cet appareil donne d'excellents résultats dans les minerais tendres ou de dureté moyenne, mais devient d'un emploi difficile dans les minerais durs à ciment calcaire.

Aucun remblai n'est introduit dans les travaux ; tous les vides produits sont abandonnés dès qu'ils ne sont plus utiles à la circulation, après enlèvement des bois de soutènement s'il est possible ; le toit ne tarde pas à s'effondrer, et les mouvements de terrains se prolongent souvent jusqu'à la surface du sol, en y produisant des crevasses et des dénivellations. L'inconvénient de ces dégâts superficiels est faible en général, le dommage causé n'étant que momentané, et bien inférieur à la perte qui résulterait de l'abandon du minerai ; des mesures spéciales de protection du sol ne sont nécessaires que s'il porte des habitations ou des constructions importantes, ou s'il renferme des sources utilisées.

Toutes les variantes de la méthode d'exploitation, rigoureusement appliquées, permettent l'enlèvement complet du minerai. En pratique la perte est souvent très faible ; avec un mauvais toit cependant, ou avec une grande hauteur d'exploitation, l'enlèvement total du minerai peut devenir dangereux, et l'on est conduit à laisser une partie des piliers, en espaçant les tranches de dépilage, au lieu de les faire contiguës.

On agit aussi quelquefois de même, en vue de protéger la surface, quand les effondrements pourraient y causer des dégâts considérables ; mais les piliers ainsi abandonnés finissent souvent par s'écraser, et, s'il est absolument nécessaire d'empêcher les mouvements du sol, il faut se résoudre à ne tracer que quelques galeries dans la surface réservée, sans y exécuter de larges chantiers ni de défilage. En dehors des piliers ou massifs abandonnés pour ces motifs, on doit presque toujours laisser dans la mine une partie des produits abattus, à cause de leur mauvaise qualité, c'est-à-dire, trier le minerai ; quelquefois très réduit, le triage est rarement nul, soit en raison des rognons pauvres contenus dans les couches, soit parce que l'abatage d'une partie du toit est rendu nécessaire, par un décollement dans ses bancs ou l'insuffisance de hauteur du minerai ; il devient très considérable quand un banc stérile continu est englobé dans la couche exploitée, et augmente alors beaucoup le prix de revient.

Les galeries principales de roulage sont généralement voûtées sur une certaine longueur à partir du jour, et les autres travaux simplement soutenus par des bois de chêne ou de sapin, ce dernier s'employant surtout dans les chantiers, et le premier dans les galeries de longue durée, où l'on peut le remplacer en partie par du fer. La quantité de bois nécessaire varie beaucoup avec la nature du toit ; dans certains cas, elle est presque nulle dans les galeries et se réduit à

quelques chandelles isolées dans les chantiers ; d'autres fois, au contraire, le toit doit être garni de dosses portées par des cadres complets très rapprochés. Après l'achèvement de chaque taille de défilage ou d'un chantier à abandonner, la plus grande partie possible des bois employés à son soutènement est retirée pour un nouvel usage, par des ouvriers spéciaux. Très grande quand la pression du toit est faible, la proportion retirée devient insignifiante si une pression très forte écrase rapidement les bois, et l'opération du déboisage doit souvent alors être abandonnée.

L'aérage des travaux s'opère facilement en les mettant en plusieurs points en communication avec l'extérieur par des galeries ou des puits, de très légères différences de pression suffisant pour établir un courant d'air entre ces ouvertures. On se sert souvent à cet effet d'anciens puits de recherches, et les fissures naturelles du terrain contribuent aussi à assurer l'aérage, qui est partout satisfaisant.

Plusieurs mines sont tout à fait sèches ; dans les autres, l'eau se présente en nappe à la base des couches ou descend dans les travaux par des cassures du terrain ; elle est évacuée par des galeries d'écoulement ; une simple rigole dans la galerie d'extraction peut souvent suffire, mais des galeries spéciales sont quelquefois nécessaires pour empêcher une partie des chantiers d'être arrêtés par les eaux après les grandes pluies ou les fontes de neige.

Des voies ferrées étroites, légèrement établies, s'avancent partout jusqu'aux fronts de taille des chantiers, où le minerai abattu est chargé en wagonnets; ils sont poussés à bras jusqu'au jour si l'extraction est faible, mais presque toujours seulement jusqu'aux voies principales de roulage, où des chevaux prennent les trains formés par leur réunion. Pour faciliter le roulage intérieur, les galeries sont tracées, autant que la disposition du gîte le permet, de manière à offrir aux wagonnets pleins une légère pente, depuis le chantier jusqu'à la sortie de la mine.

Dans quelques exploitations, le débouché de la galerie d'extraction est peu distant et à peu près au niveau des usines employant leurs produits, ou des estacades de chargement sur canal ou sur chemin de fer, et des voies presque horizontales suffisent pour amener les wagonnets de la mine à leur point de déchargement. Mais, la plupart du temps, la galerie débouche à flanc de coteau, à une certaine hauteur au-dessus de ce point. Si la distance horizontale à parcourir est faible, on rachète la différence de niveau par un ou plusieurs plans inclinés automoteurs, où les wagonnets sont maintenus par des câbles, enroulés sur un tambour à la tête du plan; la descente des wagonnets pleins entraîne la montée des wagonnets vides et, s'il y a lieu, des bois et autres fournitures nécessaires à l'exploitation, et un simple frein suffit pour régulariser le mouvement, qui n'exige aucune dépense de

force. Si la distance horizontale à parcourir est forte, on peut joindre des voies horizontales aux plans inclinés, ou établir une pente à voie continue, avec traction par chevaux ou par locomotives. Un petit nombre de mines, n'ayant pu installer de voies ferrées, doivent faire leurs transports par voie de terre, procédé toujours très coûteux.

Les nouvelles concessions instituées sur les plateaux, et portant sur des parties du gisement situées à un niveau inférieur à celui au fond des vallées exigeront, pour leur mise en œuvre, le fonçage de puits et l'installation de machines pour l'extraction du minerai et des eaux. L'exploitation y sera donc un peu moins simple que dans les mines actuellement ouvertes; celle de la concession d'Homécourt, aujourd'hui en préparation, fournira des renseignements précis sur les difficultés à vaincre, qui ne seront pas sans doute très considérables.

RÉSULTATS ÉCONOMIQUES. — Dans les exploitations à ciel ouvert, le prix d'abatage du minerai oscille autour de 45 cent. par tonne. Les frais d'abatage et de transport aux remblais des stériles portent le prix de revient du minerai sur place à 1 fr. ou 1 fr. 50 c. dans les minières actuelles; il faut y ajouter les frais généraux, les frais de transport aux lieux de consommation, et le « tocage » payé au propriétaire du sol, généralement compris entre 20 cent. et 60 cent., mais

s'élevant parfois à 1 fr. par tonne de minerai. Dans les exploitations souterraines, les mineurs reçoivent pour l'abatage et le triage du minerai, les fournitures de poudre et d'huile, l'entretien des outils et la pose des bois du chantier, un salaire de 80 cent. à 2 fr. par tonne de minerai extrait, suivant la dureté de la couche et l'importance du triage; ces prix sont du moins appliqués dans les chantiers larges en avancement et les dépilages; on y ajoute, pour les galeries, un supplément par mètre d'avancement variant de 3 fr. à 15 fr. La dépense de bois varie, selon la nature du toit, de 15 cent. à 50 cent. environ par tonne de minerai, et le roulage intérieur, dépendant de la distance à parcourir, se tient à peu près entre les mêmes limites. Il faut ajouter à ces dépenses celles d'entretien des galeries et du matériel, de direction et de surveillance, et diverses dépenses accessoires, qui portent le prix de revient de la tonne de minerai à la sortie de la mine à 2 fr. 50 c. environ en moyenne, avec variation de 2 fr. à 4 fr. selon les points. Pour avoir le prix à l'usine, il faut y ajouter les frais de transports extérieurs, qui sont quelquefois presque nuls, et d'autres fois peuvent dépasser 1 fr. 50 c.

Le prix de revient du minerai, rendu à l'usine, se tient en général entre 2 fr. 50 c. et 3 fr. 50 c. et dépasse rarement 4 fr.; ces prix très bas expliquent facilement l'extension prise par la fabrication de la fonte en Meurthe-et-Moselle.

USINES MÉTALLURGIQUES. — Ce département renferme aujourd'hui 53 hauts-fourneaux, répartis dans 22 usines¹, capables de fournir annuellement, en pleine marche, environ 1.400.000 tonnes de fonte, soit les deux tiers de la plus grande production atteinte en France, et les sept huitièmes de celle de 1885. Dans l'état actuel de l'industrie, il est impossible d'utiliser complètement cet énorme outillage, et 33 fourneaux seulement sont en feu, dont plusieurs ont subi un ralentissement dans leur marche. La production s'est élevée à 707.000 tonnes en 1885, soit 43 p. 100 de celle de la France entière pour la même année; elle avait atteint en 1883 un maximum de 783.000 tonnes.

Sur les 22 usines renfermant des hauts-fourneaux, 14 ne produisent que de la fonte brute, et 8 seulement renferment des ateliers de transformation fabricant des produits finis, ou au moins d'une élaboration plus avancée; ce sont 3 forges, 3 fonderies et 2 aciéries; on doit ajouter à cet outillage 2 forges non attenantes à des hauts-fourneaux, qui portent à 24 le nombre total des établissements métallurgiques du département; 22 d'entre eux sont en activité et occupent un personnel de 6,000 ouvriers environ. Ils se sont installés autant que possible à proximité des mines appelées à les alimenter, et forment comme elles trois groupes distincts, voisins de Nancy, Briey et Longwy. Bien que la région de Briey ne contienne

1. Non compris 3 usines qui paraissent abandonnées.

encore aucune exploitation, elle renferme cependant une importante usine, alimenté par une mine voisine d'Alsace-Lorraine et ne consommant ainsi que des minerais étrangers; les usines de Nancy emploient exclusivement les minerais de fer indigènes, et celles de Longwy un mélange de ces deux sortes. Le tableau des pages 398 et 399 donne la liste par région des usines de Meurthe-et-Moselle, avec des indications sommaires sur leur consistance, et la provenance des minerais qui les alimentent. Il montre que le groupement de deux hauts-fourneaux est le plus fréquent.

Toutes les usines sont construites au voisinage de chemins de fer et raccordées avec eux; ce sont, pour le groupe de Nancy, les lignes de Paris à Strasbourg, de Nancy à Chalindrey et de Nancy à Longuyon, et, pour le groupe de Longwy, ceux de Longuyon à Longwy et à Mont-Saint-Martin, et de Longwy à Villerupt. Deux établissements ne sont cependant pas raccordés directement au réseau français: l'usine de Gorcy en est assez éloignée, et se relie aux chemins de fer belges par la ligne particulière de Gorcy à Signeux; l'usine de Jœuf est à deux kilomètres de la station d'Homécourt-Jœuf, et ne se relie qu'à l'Alsace-Lorraine par le chemin de Moyeuivre, qui lui amène les minerais et les cokes; ses produits finis doivent être envoyés par voie de terre à Homécourt. Le raccordement serait peu facile à Gorcy et sera sans

doute remplacé par un tramway ; à Jœuf il est empêché par des motifs militaires. Les usines de Villerupt sont raccordées à la fois aux chemins de fer français et allemands à deux niveaux différents.

Les usines de Nancy sont desservies en outre par le canal de la Marne au Rhin et le canal de l'Est, qui facilitent beaucoup l'arrivée des matières premières et l'expédition des produits. L'avantage procuré par ces voies d'eau et par la proximité plus grande des régions industrielles de l'est et du centre de la France, compense celui qui résulte pour les usines de Longwy d'un prix plus bas des matières premières, et met les deux groupes dans des conditions économiques analogues.

Le minerai oolithique, la castine et le coke sont en général les seules matières employées pour la fabrication de la fonte en Meurthe-et-Moselle.

Le minerai provient en majeure partie du département lui-même, et, pour un quart environ, du Luxembourg, d'Alsace-Lorraine et de Belgique ; sauf de petites quantités de minerai indigène ou luxembourgeois, il est produit en totalité dans des exploitations appartenant aux maîtres de forges qui l'emploient, et son commerce est des plus restreints. Le minerai du département est employé partout, sauf à Jœuf, et l'est exclusivement dans le groupe de Nancy ; les minerais de Belgique sont employés à Gorcy, ceux d'Alsace-Lorraine à Jœuf et à Villerupt, et ceux du Luxembourg dans plusieurs usines du groupe de Longwy.

LISTE PAR RÉGION DES US

SITUATION.	PROPRIÉTAIRES.	NO h f ne
RÉGION		
Neuves-Maisons. Jarville (n° 1). Jarville (n° 2). Maxéville. Champigneulles. Champigneulles. Frouard. Liverdun. Pompey. Dieulouard. Pont-à-Mousson.	Société métallurgique de la Haute-Moselle — des forges et aciéries du Nord et de l'Est Id. — de Vezin-Aulnoye — des hauts-fourneaux de Champigneulles — des forges de Champigneulles et Liverdun — des forges et fonderies de Montataire — des forges de Champigneulles et Liverdun Dupont et Fould Gouvy et Cie Haldy-Rœchling et Cie	
RÉGION		
Jœuf.	De Wendel et Cie	
RÉGION		
Rehon. Longwy. Longwy. Longwy (Senelle). Mont-St-Martin. Haucourt (Mou- laine). Saulnes. Hussigny (God- brange). Villerupt. Villerupt. Villerupt (Miche- ville). Gorcy.	Société des forges de la Providence F. de Saintignon et Cie Société des hauts-fourneaux de la Chiers — de Senelle-Maubeuge — des aciéries de Longwy Id. G. Raty et Cie Société Lorraine industrielle Compagnie des forges de Châtillon-et-Commentry Société des mines de M.-et-Moselle et usines de Villerupt Ferry Curicque et Cie Société des forges de Gorcy	

Le prix de revient du minerai aux usines varie de 2 fr. 50 c. à 4 fr.

Le coke est fourni par la Belgique, l'Allemagne et le Nord de la France, et les quantités de ces trois provenances importées dans le département étaient environ, en 1885, dans le rapport des nombres 6, 3 et 1. L'emploi des coques français va probablement prendre une importance beaucoup plus grande, grâce aux tarifs nouvellement établis sur les chemins de fer du Nord et de l'Est. Le prix du coke aux usines oscille actuellement autour d'une vingtaine de francs, avec une certaine différence en faveur de Longwy.

La castine, qui est quelquefois inutile, et qui est souvent remplacée par des calcaires ferrugineux, surtout dans le groupe de Longwy, s'exploite au voisinage des usines, dans la formation calcaire qui recouvre le gisement ferrugineux.

Il faut noter, en dehors de ces matières d'un emploi courant, les scories de forges, les minerais de fer riches et purs de Bilbao, et les minerais de manganèse du Nassau et de Grèce, qui sont employés en petites quantités, pour la fabrication des fontes spéciales.

Les matières premières arrivant à l'usine sont simplement mises en tas sur parc en attendant leur emploi, ou versées des wagons dans des accumulateurs, d'où elles peuvent ensuite être chargées dans les wagonnets de l'usine, par la seule ouverture d'une trappe à la partie inférieure. Les minerais subissent un cas-

sage à la main, ou au moyen de broyeurs à mâchoires, et peuvent être desséchés dans les accumulateurs par un chauffage obtenu au moyen des gaz des fourneaux.

Presque partout les wagonnets contenant les charges sont élevés au niveau des gueulards au moyen de cages guidées suspendues à des câbles, et mues à la vapeur ou par des pistons hydrauliques; à Maxéville et à Senelle, le monte-charge vertical ainsi disposé est remplacé par un plan incliné à forte pente, où les wagonnets circulent sur des trucs.

La hauteur des hauts-fourneaux varie de 14 à 22 mètres et leur production en fonte d'affinage de 12 à 130 tonnes par jour. Ces deux éléments sont allés longtemps en augmentant progressivement, mais un arrêt dans cette voie s'indique depuis un certain temps, et il ne paraît pas qu'il y ait avantage à dépasser 18 à 20 mètres de hauteur, et une production d'une centaine de tonnes par jour. C'est à peu près dans ces dernières conditions que sont établis un grand nombre de fourneaux du département, surtout parmi ceux de création récente. On a conservé dans quelques anciens fourneaux les gros piliers portant une tour épaisse de maçonnerie autour du massif réfractaire, mais presque partout la cuve est portée sur des colonnes en fonte, avec garniture peu épaisse en briques ou simple chemise de tôle; un haut-fourneau entièrement nu a même été construit à Liverdun. Les parties basses des fourneaux sont entière-

ment dégagées et rafraichies par des courants d'eau. Les gueulards sont plus souvent ouverts que munis d'une fermeture à cup-and-cône ; dans le premier cas, la prise de gaz s'opère en même temps par l'espace annulaire entourant la trémie de chargement et par un tube central. Les gaz combustibles issus du fourneau sont en général plus que suffisants pour le chauffage du vent et la production de la vapeur nécessaire aux machines soufflantes.

Ces machines sont assez variées, mais pour la plupart verticales et à traction directe ; le type le plus répandu est celui de Seraing, du système Woolf, avec distribution à soupapes mues par des cames, et cylindre à vent placé au-dessus des cylindres à vapeur. L'air est soufflé à la pression de 10 à 18 centimètres de mercure et chauffé avant son introduction dans le fourneau dans des appareils en fonte ou en briques.

Les anciens appareils en fonte, où l'augmentation de température de l'air est obtenue par son passage à l'intérieur de tuyaux chauffés, ont été conservés dans plusieurs usines, notamment à Pont-à-Mousson, Champigneulle, Jarville, Maxéville, Rehon. Mais ils ont été remplacés, dans toutes les installations récentes, par les appareils Whitwel ou Cowper, grands massifs cylindriques de briques réfractaires, que l'on fait traverser successivement par les gaz en combustion et par l'air destiné au fourneau ; les premiers échauffent les briques et le second s'empare de la cha-

leur emmagasinée et peut atteindre une température de 800°. En raison de ces alternances, qui ne sont pas d'égales durées, trois appareils au moins sont nécessaires pour la marche d'un fourneau, et leur nombre est souvent porté à quatre. Ils sont entourés d'une enveloppe en tôle et s'élèvent à une hauteur voisine de 18 mètres.

Les hauts-fourneaux du département produisent trois sortes principales de fonte, entre lesquelles la production totale de 707.000 tonnes de l'année 1885 s'est partagée comme suit :

364.500 tonnes de fonte blanche d'affinage ;

225.500 tonnes de fonte grise de moulage ;

117.000 tonnes de fonte spéciale pour la déphosphoration par le procédé Thomas-Gilchrist, fonte manganésée, très phosphoreuse et peu siliceuse.

Les laitiers, dont l'accumulation est fort gênante pour les usines, reçoivent toutes les applications dont ils sont susceptibles ; coulés en fosse, et cassés ou taillés, ils fournissent des pavés ou des matériaux d'empierrement ; granulés par coulée dans l'eau, ils donnent un sable propre à la confection des mortiers et dont le mélange avec de la chaux peut être moulé en briques d'assez bonne qualité ; mais on n'en utilise ainsi que la moindre partie, et le reste doit être entassé sur des terrains acquis dans ce but ; ils y sont conduits en pains coulés dans des wagonnets à parois mobiles, ou en plaques provenant

de la coulée sur le sable, ou à l'état granulé, et leur transport s'opère par traction de chevaux ou de locomotives.

La fonte d'affinage est en majeure partie exportée hors du département, mais elle y est aussi traitée dans les forges de Pompey, Champigneulle, Dieulouard et Gorcy, qui ont produit 42.400 tonnes de fer et et 1.500 tonnes d'acier puddlé en 1885. Quelques fontes étrangères sont consommées pour la fabrication de ce dernier et de certains fers de qualité.

Les fours à puddler, où s'opère l'affinage de la fonte, sont souvent doubles, pour la fabrication des fers communs, cette disposition donnant une économie de combustible, et sont chauffés directement à la houille. Plusieurs fours à réchauffer sont munis de gazogènes. Dans tous ces fours, les gaz chauds sont utilisés à la production de la vapeur nécessaire à la manœuvre des laminoirs et marteaux-pilons, dans des chaudières horizontales ou verticales. Les fers et aciers sont laminés en barres marchandes et fers profilés de toutes sortes, ou forgés en pièces diverses, et particulièrement en pièces destinées au matériel des chemins de fer.

La fonte grise est transformée en objets moulés dans les fonderies de Pont-à-Mousson, Champigneulle et Micheville; il existe aussi de petites fonderies annexées à la plupart des forges, mais travaillant presque exclusivement pour les usines qui les

renferment. La fonderie la plus importante est celle de Pont-à-Mousson, tout particulièrement outillée pour le moulage des tuyaux de conduites de toutes dimensions. On produit, en outre, dans les fonderies, des colonnes, des coussinets et des pièces mécaniques de toutes sortes.

Le procédé Thomas-Gilchrist, employant l'outillage Bessemer pour la transformation des fontes phosphoreuses en aciers ou fers fondus, est appliqué, depuis 1883, dans les usines de Mont-Saint-Martin et de Jœuf, qui possèdent le monopole de son emploi dans le département de Meurthe-et-Moselle; elles contiennent ensemble 9 convertisseurs de 10 à 12 tonnes et ont produit 91.300 tonnes d'acier déphosphoré en 1885, dont 37.000 tonnes de rails, le reste étant expédié en majeure partie hors du département, à l'état de lingots ou de barres brutes, et transformés dans de nombreux laminoirs.

Les convertisseurs sont munis d'un garnissage de dolomie légèrement argileuse, cuite à haute température, broyée, et agglomérée avec du goudron; on y charge, avec de la chaux, la fonte liquide provenant directement du haut-fourneau dans une poche mobile. Le soufflage dure une vingtaine de minutes, pendant lesquelles s'éliminent successivement le silicium, le carbone et enfin le phosphore, qui passe presque entièrement dans la scorie très basique obtenue. Après une prise d'essai prouvant que l'opération est termi-

née, et après écoulement des scories, on donne au métal la qualité voulue par addition d'une certaine proportion de ferromanganèse ou de spiegel et l'on procède à la coulée dans les lingotières. Tous les mouvements des appareils sont obtenus au moyen de pistons hydrauliques. Les lingots qui doivent être laminés sont, autant que possible, sortis encore rouges de leurs lingotières et portés de suite aux fours à réchauffer, et, au moyen de puissants laminoirs munis de tous les accessoires nécessaires pour faciliter les mouvements, peuvent être transformés en rails en deux chaudes. Les lingots sont d'ailleurs de dimensions très variables, selon l'usage auquel ils sont destinés.

Dans la période difficile que traverse en ce moment l'industrie sidérurgique, il est peu probable que l'outillage de production de la fonte, déjà plus que suffisant, soit notablement accru ; les efforts se porteront surtout vers la transformation de la fonte brute et notamment vers la fabrication des métaux déphosphorés fondus, qui tendent de plus en plus à se substituer aux produits du puddlage.

Les ressources minières contenues dans le département, que de nouvelles recherches étendraient certainement, sont déjà suffisantes pour alimenter, pendant un très grand nombre d'années, les fourneaux actuels en pleine production ; on pourrait même se contenter longtemps encore des minerais extraits au voisinage des affleurements, si les avantages écono-

miques procurés par l'emploi des minerais de qualité supérieure, ne poussaient à l'exploitation de ceux qui ont été, en certains points, reconnus en profondeur.

SEL

GISEMENT. — Les concessions de mines de sel instituées dans le département de Meurthe-et-Moselle sont échelonnées à l'est de Nancy, dans les vallées de la Meurthe et du Sanon, depuis Nancy jusqu'à Rosières-aux-Salines et Einville-au-Jard; elles portent sur le gisement des marnes irisées inférieures, où le sel forme une série de couches assez régulières, peu inclinées et séparées par des bancs d'argile gypseuse et salée. D'autres dépôts de sel gemme ont été rencontrés, dans l'étage inférieur du muschelkalk, par un sondage foré à Lunéville en 1832, mais sont restés inutilisés jusqu'à présent. Le gisement salifère des marnes irisées se divise lui-même en deux faisceaux de couches, séparés par un intervalle argileux de 30 à 40 mètres d'épaisseur, et dont le plus élevé est seul exploité, le second n'ayant été atteint qu'en trois points par des travaux d'exploration, à Varangéville, Dombasle et Gellenoncourt. Il ne sera plus question dans ce qui suit que du faisceau supérieur, dont l'importance est considérable : au puits de la mine de Saint-Nicolas, où il est bien développé, il comprend 11 couches de sel offrant ensemble une

épaisseur de 63^m,70 répartie sur une hauteur totale de 87^m,36 ; la couche inférieure seule a 21 mètres de puissance.

Chacune des couches de sel gemme est formée d'une succession de bancs superposés peu épais, de quelques centimètres de hauteur, réguliers et bien distincts, quoique souvent soudés entre eux, et se différenciant par de légères variations de teinte. Le sel qui les compose est un agrégat de cristaux cubiques enchevêtrés en tous sens, dont les dimensions dépassent un centimètre ; il est translucide et de couleur grisâtre, et présente une cassure irrégulière et lamelleuse. A la base des couches, les cristaux peuvent devenir beaucoup plus petits, et donner un sel à texture grenue ou fibreuse.

On trouve habituellement dans le sel gemme une certaine quantité d'argile grise disséminée ; elle se présente, en outre, dans les couches, en minces veinules horizontales régulières, séparant les bancs, et en veines verticales d'épaisseur et de direction très variées, généralement évasées vers le haut, et souvent accompagnées de nodules de sel en gros cristaux blancs et limpides. Le réseau formé par ces veines verticales, relevé à la mine de Rosières-aux-Salines, dans l'exploitation de la onzième couche, n'a rien de régulier, et rappelle beaucoup le réseau des fissures d'une masse boueuse desséchée. Outre l'argile, le sel contient un peu d'anhydrite, et, dans les couches su-

périeures, des noyaux de polyhalite d'une couleur rouge de chair.

Entre les couches de sel, les bancs argileux sont mêlés de gypse, d'anhydrite et de sel fibreux en veinules irrégulières. Souvent très dures au moment de l'abatage, ces roches perdent leur consistance au contact de l'air humide, et, sous l'action de l'eau, se transforment rapidement en boue, par la dissolution du sel qu'elles contiennent.

La pente des couches de sel est généralement faible, et comprise entre 1 et 4 centimètres par mètre; elles affectent des formes lenticulaires et ne s'étendent pas toutes sur la même surface, de sorte que leur nombre et leur épaisseur sont variables; la plus étendue et la plus épaisse paraît être la couche inférieure, qui occupe le onzième rang à Varangéville. Malgré l'importance déjà prise par l'exploitation, l'exploration du gisement est encore très sommaire, car la plupart des travaux sont restés dans le voisinage du canal de la Marne au Rhin ou du chemin de fer de Paris à Strasbourg; quelques sondages seulement sont à trois kilomètres de ces voies de communication, et un seul, foré comme travail de recherche en 1884, près de Gellenoncourt, en est distant de 6 kilomètres; on ne connaît donc de la formation salifère en Meurthe-et-Moselle qu'une bande relativement étroite entre Nancy et Einville. Les renseignements obtenus suffisent cependant pour indiquer une diminution assez

rapide de la puissance des couches vers le Sud-Est et l'Est : deux sondages forés dans ces directions, l'un près de Rosières, l'autre près d'Einville, ont même donné des résultats négatifs. Vers le nord, au contraire, il est très probable que le gisement se prolonge sur de grandes étendues, pour se relier à celui de Vic et de Dieuze, qui occupe le même niveau géologique, et présente des caractères tout semblables. Les bons résultats du sondage de Gellenoncourt confirment cette opinion ; de nouvelles recherches seraient nécessaire pour la rendre certaine et pour fournir quelques indications sur la limite orientale de la grande lentille formée par le gisement salifère.

Ce gisement n'a pas d'affleurements ; la profondeur du toit de la première couche de sel varie dans les travaux exécutés jusqu'à ce jour de 40 à 240 mètres.

Le tableau suivant donnera une idée de la variation, du nombre et de l'épaisseur des couches dans les parties connues de la formation.

LOCALITÉS.	NOMBRE de couches	ÉPAISSEUR de la couche inférieure	ÉPAISSEUR totale du sel.	ÉPAISSEUR des bancs stériles intermédiaires.
Varangéville. Mine de St-Nicolas.	11	21	63,70	23,66
Einville. Puits Saint Laurent . .	4	5,33	18,93	3,45
Gellenoncourt. Sondage de recherche	9	14,35	41,15	28,40
Flainval. Sondage n° 14 de la concession.	3	6,30	15,00	14,75

EXPLOITATION. — Les anciennes salines de Rosières, qui existaient seules autrefois dans la vallée de la Meurthe, fabriquaient le sel raffiné au moyen d'eau salée peu riche, pompée à une faible profondeur. A la suite de la découverte du sel gemme à Dieuze, en 1819, la même substance a été recherchée à Rosières en 1821, et trouvée à la profondeur de 66^m,80, mais c'est en 1845 seulement que la première concession, dite de Rosières-aux-Salines, a été accordée sur le gisement reconnu près de cette localité. Dix-neuf autres concessions ont été instituées depuis dans la même région, et forment avec la première un groupe continu occupant une superficie de 12.477 hectares. Vu l'épaisseur des couches de sel, une telle étendue serait suffisante pour alimenter pendant des siècles les usines existantes ; on n'a du reste utilisé jusqu'ici dans les quinze concessions exploitées qu'une petite partie de cette surface, sur une fraction seulement de l'épaisseur du gisement. Ces concessions sont énumérées dans le tableau suivant, en allant de l'ouest à l'est.

NOMS des concessions.	SITUATION des travaux.	USINES ALIMENTÉES.	PROPRIÉTAIRES.
Sainte-Valdrée. Les Aulnois.	Laneuveville. Laneuveville.	Saline de Sainte-Valdrée. — des Aulnois.	Société des Salines de Sainte-Valdrée. — des Mines de sel gemme et salines des Aulnois.
Pont de Saint-Phlin.	Laneuveville.	— de Laneuveville.	— des Salines de Laneuveville - devant - Nancy.
Art-sur-Meurthe. La Madeleine. Saint-Nicolas.	Art-sur-Meurthe. Laneuveville. Varangéville.	— d'Art-sur-Meurthe. Soudière de la Madeleine. Saline de Saint-Nicolas-Varangéville.	— de Saint-Gobain. Daguin et Cie. Daguin et Cie.
Rosières-aux-Salines.	Varangéville.	— de Rosières-Varangéville.	Société des Mines de sel gemme et salines de Rosières-Varangéville.
Dombasle. Portieux.	Dombasle. Rosières.	— de Dombasle. — de Rosières.	Octobon et Cie. Société des Mines de sel gemme et salines de Rosières.
Flainval.	Dombasle.	Soudière et saline de Varangéville-Dom- basle.	Solvay et Cie.
Crévic.	Sommerviller.	Saline de Crévic.	Société des Salines de Crévic-Sommerviller.
Sommerviller. Maixe.	Sommerviller. Maixe.	— de Sommerviller. — de Maixe.	— des Salines de Sommerviller. — des Salines de Maixe.
La Sablonnière. Saint-Laurent.	Einville. Einville.	— d'Einville. — de Saint-Laurent.	— des Salines d'Einville-Maixe. — des Mines de sel et salines de Saint- Laurent.

Le sel peut être extrait à l'état solide, ou en dissolution dans l'eau, ce qui conduit à deux méthodes d'exploitation très différentes. Le sel gemme, toujours légèrement mêlé d'argile, convient lorsqu'il n'est pas nécessaire d'avoir un produit tout à fait pur, et qu'il doit être utilisé ou expédié à l'état solide. S'il s'agit au contraire de fabriquer sur place du sel raffiné ou de la soude à l'ammoniaque, par le traitement d'eaux salées, au lieu d'extraire le sel gemme pour le dissoudre dans l'usine, il est plus simple et plus économique d'opérer la dissolution dans le gisement lui-même et d'employer une pompe pour l'extraction.

SEL GEMME. — Le sel gemme n'est exploité que dans les concessions de Rosières-aux-Salines, de Saint-Nicolas et de Saint-Laurent, par trois puits placés à proximité du canal de la Marne au Rhin, et les travaux n'ont acquis un certain développement que dans les deux premières; ils sont seulement amorcés à Saint-Laurent. Dans ces trois mines, l'exploitation porte sur une hauteur de 4^m,50 à 4^m,70 à la base de la dernière couche, qui est la onzième à Varangéville et la quatrième à Einville, et dont le mur est à la profondeur de 160 mètres au puits de Saint-Nicolas, de 125 mètres à celui de Rosières et de 127 mètres à celui de Saint-Laurent.

Le mode d'exploitation du sel gemme, par piliers abandonnés, se rapproche de celui de nombreuses

carrières souterraines et ne présente aucune difficulté : des galeries de 10 mètres de largeur sont tracées dans deux directions rectangulaires, de manière à découper entre elles des piliers carrés de 10 mètres de côté. On laisse ainsi dans la mine le quart de la masse totale, quantité suffisante, vu la résistance du sel, pour soutenir les terrains supérieurs et prévenir les effondrements. Grâce à la très grande cohésion du sel gemme, on peut d'ailleurs atteindre sans crainte d'éboulements partiels la largeur de 10 mètres pour les galeries, et tout boisage est rendu inutile.

Les mines de sel sont absolument sèches : aucune venue d'eau n'a été rencontrée dans les travaux, et les puits d'extraction, munis de cuvelages en bois exécutés avec soin, ne fournissent que des suintements insignifiants, recueillis dans un puisard inférieur et extraits à de longs intervalles.

Les grandes dimensions des excavations rendent facile l'aérage des travaux, bien qu'ils ne communiquent avec l'extérieur que par un puits unique dans chaque mine ; il suffit souvent, pour assurer cet aérage, du simple mouvement de l'air dans les compartiments du puits. Il est complété au besoin par un ventilateur, que des conduites en planches mettent en communication avec les chantiers éloignés du puits.

L'abatage du sel gemme s'opère exclusivement aujourd'hui au pic et à la poudre, et les trous de mine sont toujours percés au moyen de perforatrices à

main, semblables à celles dont il est fait usage pour le minerai de fer. La hauteur de 4^m,50 est prise en deux fois, par un gradin renversé : deux entailles verticales sont d'abord tracées au pic, de chaque côté du chantier, pour limiter les piliers à réserver ; les mineurs procèdent ensuite à l'abatage de la partie inférieure de la couche, sur 1^m,80 à 2 mètres de hauteur ; après un avancement de quelques mètres dans ces conditions, ils s'élèvent sur les tas de sel abattu et attaquent la partie supérieure, haute de 2^m,50 à 2^m,90. Les deux phases du travail sont souvent facilitées par la présence, au plafond des chantiers, d'une légère veinule de marne aidant au décollement des bancs. L'abatage du sel est payé, toutes fournitures comprises, à raison de 4 fr. 50 environ par mètre cube de vide produit, donnant, après triage des parties argileuses, un peu plus de 2 tonnes de sel gemme.

Des wagonnets poussés à bras sur de petites voies ferrées conduisent le sel gemme trié des chantiers au puits d'extraction, où ils sont élevés dans des cages guidées suspendues à des câbles plats d'aloès et mues par une machine à vapeur. 150 ouvriers sont occupés dans l'intérieur des mines.

On a employé longtemps, à la mine de Saint-Nicolas, un procédé d'exploitation tout spécial, qui consistait à creuser trois entailles verticales sur les côtés et au centre du chantier, au moyen d'eau lancée sous pression, de manière à découper des piliers peu larges,

très faciles à abattre ensuite à la poudre ; tandis qu'on opérât très aisément, de cette façon, l'abatage du sel gemme, on obtenait en même temps de l'eau salée propre à la fabrication du sel raffiné, et les deux modes d'exploitation se trouvaient ainsi réunis. Très séduisant au premier abord, et capable d'ailleurs de donner d'excellents résultats dans certains cas, ce procédé présentait à Saint-Nicolas, et présenterait dans toutes les mines voisines, un grave inconvénient, en raison de la nature du sol des travaux, composé d'argiles salées : les eaux incomplètement saturées qui descendaient des entailles et celles qui débordaient de leurs canaux de conduite, plus ou moins bien entretenus, s'infiltraient dans ce sol, y dissolvaient les veinules de sel, et le transformaient en terrain pâteux sans résistance, hors d'état de supporter la pression des terrains supérieurs, transmise par les piliers. Cette dernière cessant à un moment donné d'être contrebalancée, toute la mine s'est effondrée d'un seul coup, et en quelques secondes, sur une étendue de 9 hectares environ. Quelques phénomènes précurseurs, mouvements du sol et fissuration de piliers, avaient heureusement fait éloigner les ouvriers de la zone dangereuse. Survenu le 31 octobre 1873, cet effondrement instantané a causé dans le sol une commotion ressentie jusqu'à Nancy. La dénivellation de la surface a atteint 3^m,50, et ses effets sont encore visibles dans la saline de Saint-Nicolas. Après cet évé-

ment, les entailles à l'eau ont été naturellement abandonnées, et l'on a pu remarquer alors qu'elles ne donnaient pas tout le bénéfice sur lequel on croirait devoir compter en les employant : quand les travaux sont étendus, le développement de la canalisation à entretenir élève le prix de revient à peu près au même taux que l'emploi exclusif du pic et de la poudre.

Le sel gemme, sortant de la mine en blocs irréguliers, est vendu en majeure partie en cet état, ou seulement après avoir été égrugé au moyen d'un concasseur et de cylindres broyeurs. Il se vend de 8 à 11 fr. la tonne et s'emploie surtout pour la fabrication de la soude. La production des mines s'est élevée, en 1885, à 94.350 tonnes.

EXPLOITATION PAR DISSOLUTION. — Plus simple et d'installation bien moins coûteuse que l'exploitation du sel gemme, celle de l'eau salée est beaucoup plus répandue, et s'opère dans les 15 concessions utilisées. En général, la dissolution porte seulement sur la partie supérieure du gisement, que l'on atteint au moyen de trous de sonde. Les sondages d'exploitation sont garnis sur toute leur hauteur de tubes en fer, percés de trous au niveau des couches de sel, pour y permettre l'accès de l'eau douce, qui provient le plus souvent de nappes souterraines recoupées pendant le forage ; si elles sont très voisines de la surface ou si leur débit insuffisant nécessite l'emploi d'eau

étrangère, celle-ci est simplement introduite par l'ouverture supérieure des tubes ; si les nappes d'eau se trouvent à une certaine profondeur, on ménage à leur niveau des trous dans le tubage comme à sa partie inférieure.

Le trou de sonde ainsi disposé, on y installe une pompe, dont le tuyau d'aspiration descend jusqu'au point le plus bas que l'on se propose d'attaquer dans les couches de sel. L'eau douce dissout le sel sur les parois du sondage et se sature peu à peu ; si la pompe est mise en marche, l'eau salée formée, réunie par sa densité à la partie inférieure, est extraite au jour et remplacée par une égale quantité d'eau douce qui dissout de nouveau le sel, de sorte qu'il s'établit un mouvement continu. Au commencement, le degré de salure de l'eau obtenue baisse rapidement à mesure que la pompe fonctionne, en raison de la faible étendue superficielle du sel mis en contact avec l'eau ; mais une chambre d'érosion se produit peu à peu dans la couche attaquée, et la salure de l'eau augmente progressivement de régularité avec les dimensions de cette chambre. On arrive très rarement cependant à obtenir une saturation complète, ou même un degré de salure tout à fait constant, à moins de se contenter de quantités très limitées d'eau salée.

La marche des sondages d'exploitation par dissolution est quelquefois interrompue par des éboulements dans les chambres d'érosion, qui peuvent fausser et

briser les tubes du sondage et de la pompe, et nécessiter d'importantes réparations. La durée d'un sondage est d'ailleurs limitée, car il est généralement mis hors de service, quand le lac souterrain qu'il forme atteint des dimensions suffisantes pour amener l'affaissement des terrains supérieurs. Plusieurs exploitations ont déjà amené des effondrements de cette nature, dont les plus importants sont survenus dans les concessions d'Art-sur-Meurthe, de Saint-Nicolas et de la Sablonnière. Le contour des terrains affaissés se rapproche beaucoup d'une ellipse dont le grand axe suit la ligne de pente des couches de sel et qui s'étend surtout en amont des sondages. Il avait une longueur de 170 mètres à Art-sur-Meurthe et de 180 mètres à Saint-Nicolas, et la dénivellation a atteint 2 mètres dans cette dernière concession.

Les effondrements causés par l'exploitation de l'eau salée ne présentent aucun danger particulier ; ils s'annoncent par de légers mouvements du sol, sensibles surtout dans les maçonneries et les organes des machines, et s'effectuent lentement, avec écoulement d'eau salée par les orifices des trous de sonde. Pour éviter toute conséquence grave, il suffit de placer les sondages à distance convenable des constructions ou voies de communication qui ne doivent pas être atteintes. Selon les positions respectives du sondage et du point à protéger, par rapport à la ligne de pente des couches, et selon l'épaisseur et la nature des ter-

rains de recouvrement, cette distance peut varier dans de larges limites ; elle doit être beaucoup plus grande si le trou de sonde atteint le gisement en aval du point à protéger, que si la disposition contraire se présente. Des décisions administratives récentes ont fixé la distance de protection à 250 mètres pour le canal de la Marne au Rhin et à 500 mètres pour le chemin de fer de Paris à Strasbourg, ce qui paraît très suffisant pour assurer, dans tous les cas, la sécurité de ces voies de communication.

SOURCES SALÉES. — On rencontre parfois dans les puits ou sondages, avant de pénétrer dans les couches de sel, des venues naturelles d'eau salée saturée douée d'une force ascensionnelle assez considérable, qui se trouvent au contact du sel, au toit de la première couche, ou un peu au-dessus, dans les marnes gypseuses qui la recouvrent. La venue d'eau salée, s'opérant dans un vide ou dans des terrains très désagrégés, se décèle généralement, lors du forage, par une chute rapide de la sonde, en même temps que par une modification du niveau de l'eau dans le sondage ; sa présence est confirmée si la pompe donne rapidement de l'eau saturée et limpide, ne baissant pas de degré par une extraction prolongée.

Les eaux salées naturelles sont dues à la dissolution, sur des grandes longueurs, de la partie supérieure du gisement, par des eaux qui circulent à sa

surface dans les canaux formés par des fissures incomplètement ouvertes du terrain. Provenant des affleurements des marnes irisées ou de nappes souterraines par des cassures suffisamment ouvertes, ces eaux se saturent de sel à mesure que leur parcours s'allonge sur le gisement, et finissent par n'y plus produire aucune corrosion ; elles doivent leur force ascensionnelle à leur communication avec les niveaux supérieurs qui les fournissent, et s'élèvent dans les trous de sonde ou les cassures naturelles qu'elles rencontrent, comme dans la deuxième branche d'un siphon. Les eaux salées peuvent ainsi parvenir très près de la surface du sol, ou même l'atteindre, après avoir perdu une partie de leur salure par mélange avec des eaux douces, comme on l'observe au sondage de la concession de Portieux, à Rosières-aux-Salines. C'est par une ascension d'eau salée de ce genre dans des canaux naturels que se forment les sources et puits salés, dont les eaux recueillies à la surface, ou pompées à faible profondeur, servaient seules autrefois à la fabrication du sel dans la région de l'Est.

Le source salée du sondage de Portieux y débouche à 5^m,40 au-dessus de la première couche de sel gemme. Une source analogue a été trouvée dans le puits Saint-Laurent, à Einville, à 1^m,15 au-dessus de cette couche, sortant d'une marne dure par une fissure inclinée à 70° et tapissée de gypse. L'eau salée qu'elle fournit est complètement saturée ; sa force

ascensionnelle est de 8 atmosphères et son débit sans pression de 400 litres environ par minute. Captée derrière un cuvelage en bois exécuté avec soin, elle est élevée par des pompes pour l'usage de la saline, le puits restant utilisé pour l'exploitation du sel gemme.

D'autres sources salées, placées aussi au toit de la première couche, mais au contact du sel, alimentent des sondages forés dans les concessions de Rosières-aux-Salines, Sommerviller, Crévic et Dombasle ; partout ailleurs, le sel paraît être exploité par simple dissolution, et ce dernier état de choses se traduit toujours, dans les mines à grande production, par la multiplication du nombre des sondages ; il en a déjà été foré 33 dans la seule concession de Flainval.

La rencontre d'une venue naturelle d'eau salée met un sondage d'exploitation dans une situation infiniment plus favorable que s'il devait servir à la dissolution du sel sur place. Tant que l'extraction ne dépasse pas le débit de la source, généralement considérable, on obtient une eau constamment saturée et limpide, sans avoir à redouter ni les éboulements intérieurs endommageant les tubes, arrêtant la marche, et exigeant des réparations coûteuses, ni les grands affaisements qui dégradent le sol et mettent les sondages hors de service ; la dissolution se fait en effet loin du trou de sonde, et les couches de sel restent intactes dans son voisinage. La sécurité est surtout très

grande quand la source est complètement séparée des couches de sel gemme, comme au puits Saint-Laurent. On a pu constater dans ce dernier, lors d'une réparation du cuvelage, qu'après une extraction continue d'eau salée pendant cinq années, l'état de la source n'avait nullement changé. En raison de ces garanties de sécurité, les mesures prises à l'égard des exploitations par dissolution en vue d'assurer la sécurité des voies de communication ont pu ne pas être étendues aux sondages ou puits reconnus d'une façon certaine comme exploitant seulement des sources salées.

Pour qu'un sondage obtienne les avantages que procure une veine d'eau salée saturée, il n'est pas indispensable qu'il la rencontre; il suffit qu'il en soit assez voisin pour être mis rapidement en communication avec elle par la chambre d'érosion que l'on formera à sa base. Dès que la jonction est opérée, tout se passe à peu près comme si la source salée avait été recoupée par le forage; ce cas s'est présenté très nettement au sondage n° 1 du vallon du Rouault dans la concession de Rosières-aux-Salines.

Si l'extraction d'eau salée dépasse le débit de la source, une partie doit en être fournie par la dissolution du sel sur place, et les inconvénients des sondages ordinaires reparaissent, quoique atténués. C'est ainsi qu'au puits sondage n° 5 de la saline de Rosières-Varangéville, la lac souterrain formé s'étendant

peu à peu, l'exploitation a dû être arrêtée, pour ne pas compromettre la mine de sel gemme située au-dessous.

L'eau salée des sondages en exploitation régulière marque 21° à $25^{\circ} \frac{1}{4}$ à l'aréomètre de Baumé et contient 240 à 320 kilogrammes de sel par mètre cube, cette dernière teneur correspondant à la saturation. Quand elle n'est pas atteinte, on augmente souvent le degré de la dissolution, avant son emploi, en la faisant passer sur du sel gemme, et l'on consacre à cet usage, dans les salines jointes à des mines de sel gemme, les produits les moins purs de l'extraction.

USINES. — L'eau salée est employée à la fabrication du sel raffiné et du carbonate de soude dans 14 salines et 2 soudières, occupant près de 2.000 ouvriers, déjà énumérées dans le tableau donné ci-dessus des concessions exploitées, et toutes situées sur le canal de la Marne au Rhin, sauf celles de Dombasle et de Rosières, desservies seulement par le chemin de fer de Paris à Strasbourg. Arrivant des sondages par des tuyaux en fonte, cette eau salée se déverse dans des réservoirs en bois ou en maçonnerie cimentée, où elle se clarifie par le repos, après addition d'une petite quantité de chaux destinée à la purifier, et après saturation par du sel gemme s'il y a lieu.

Dans 13 salines, le sel raffiné est obtenu simplement par évaporation de l'eau salée dans de grandes

poêles rectangulaires en tôle de 6 à 8 mètres de largeur sur une vingtaine de mètres de longueur et 0^m,50 environ de profondeur, couvertes de hottes en bois. Pour le sel fin, dont la fabrication exige une ébullition et une agitation continuelles, on emploie des poêles de moindre surface, n'ayant que le tiers environ des précédentes, et quelquefois des poêles rondes, munies d'agitateurs mécaniques.

Chaque poêle est chauffée en général par deux foyers rapprochés brûlant sur des grilles à étages des charbons menus de la Sarre, et les gaz chauds circulent plusieurs fois sur la poêle dans des carneaux contigus avant de se rendre à la cheminée. Pour les sels ordinaires et avec une eau salée saturée, on consomme environ une tonne de houille pour fabriquer deux tonnes de sel.

Le sel déposé dans les poêles en est extrait au moyen de rables à des intervalles réguliers, et séché avant sa mise en magasin sur les parois extérieures des hottes en bois qui recouvrent ces poêles. On grossit le grain de sel en allongant ces intervalles et diminuant en même temps la température d'évaporation; par la variation de ces deux éléments, on arrive à produire toutes les sortes demandées par les consommateurs, lesquelles sont généralement désignées par le nombre d'heures consacrées à leur formation.

A chaque extraction de sel, les poêles reçoivent

une nouvelle charge d'eau salée et marchent ainsi d'une manière continue pendant quelques semaines. Un arrêt pour nettoyage est rendu nécessaire, au bout de ce temps, par les incrustations dures que forme au fond des poêles, le sulfate de chaux toujours contenu dans l'eau salée. Il est utile aussi d'évacuer les eaux-mères, où se concentrent les sels de magnésie.

A la saline de Maixe, on applique à la fabrication du sel fin le procédé Piccard-Weibel, dont le principe est d'employer toute la chaleur contenue dans la vapeur fournie par l'eau salée, pour évaporer une nouvelle quantité de cette eau, de manière à obtenir finalement d'une part le sel, et de l'autre l'eau qui le dissolvait, à l'état liquide et à faible température. L'eau salée chaude étant introduite dans un récipient fermé, la vapeur qu'elle dégage est aspirée par une machine qui la refoule après compression et augmentation correspondante de température dans des tubes traversant la même eau salée; elle l'échauffe en se condensant et produit une nouvelle quantité de vapeur qui suit la même marche; l'eau de condensation achève de se refroidir en traversant et échauffant l'eau salée destinée à l'alimentation de l'appareil, qui s'opère d'une manière continue. Le sel est extrait au moyen d'un double tiroir. L'appareil, ayant été primitivement porté à la température convenable, n'exige plus aucun chauffage ultérieur pour la fabrication du

sel ; la machine seule consomme du charbon et l'on obtient une économie notable de combustible, sur le procédé d'évaporation à l'air libre. L'importance de cette économie est réduite pour les salines de la région par le bas prix de la houille, qui varie de 10 à 13 fr. la tonne à l'usine.

La production du sel raffiné n'éprouve pas de grandes variations annuelles ; elle s'est élevée, en 1885, à 135.000 tonnes.

Les deux soudières de Dombasle et de la Madeleine fabriquent le carbonate de soude par la réaction du bicarbonate d'ammoniaque sur le sel en dissolution, qui fournit un précipité de bicarbonate de soude, et qui se réalise en faisant arriver de l'acide carbonique dans une eau salée saturée, chargée d'ammoniaque. Le bicarbonate de soude est reçu sur un filtre, lavé et transformé par la calcination en carbonate de soude. L'acide carbonique nécessaire à la fabrication est obtenu par la cuisson du calcaire dans des fours à chaux, et la chaux résultant de cette opération est employée à la régénération de l'ammoniaque, transformée en chlorhydrate d'ammoniaque dans la réaction.

Le carbonate de soude, obtenu sec et en poudre, est d'une grande pureté si les eaux salées ont été purifiées, avant leur emploi, de la magnésie et de la chaux qu'elles renferment, et s'expédie surtout en cet état. On en transforme cependant une partie

en cristaux de soude, par dissolution dans l'eau et cristallisation, et une partie en soude caustique, par l'action de la chaux sur une dissolution chaude. La production du carbonate de soude s'est élevée, en 1885 à 77.000 tonnes. Cette industrie a pris en peu de temps un essor considérable et tend toujours à augmenter d'importance; la fabrication du sel, dont la consommation est peu susceptible d'accroissement, et dont les débouchés sont limités par la concurrence des sels de mer, est au contraire à peu près constante, et l'outillage dont elle dispose est aujourd'hui plus que suffisant. Quelle que soit d'ailleurs l'importance prise par ces industries, le sel renfermé dans les gisements du département est tellement abondant, qu'il est capable de les alimenter d'une manière presque indéfinie.

COUSIN,

Ingénieur des mines.

TABLE DES MATIÈRES

Essai historique et descriptif sur la ville de Nancy, par M. E. B.	I
L'art en Lorraine, par M. J. K.	161
Statistique démographique et hygiène, par le Dr Sogniès.	211
Anthropologie de la Lorraine, par le Dr Collignon.	245
Service météorologique et climat de Nancy, par M. Millot.	261
Géologie et archéologie préromaine des environs de Nancy, par M. le professeur Bleicher.	279
Notice sur la Flore des environs de Nancy, par M. Vuil- lemin	333
Notice sur l'industrie minérale dans le département de Meurthe-et-Moselle, par M. Cousin.	367
Le canal de l'Est, par M. Viansson.	429
L'École forestière, par M. Boppe.	449
Statistique industrielle, par la Société industrielle de l'Est, par MM. Rogé, Keller et Schwab	457
L'enseignement et la science agricoles en Lorraine, par M. Grandéau.	481