

ÉTAT ACTUEL

DE LA

SIDÉRURGIE EN AUTRICHE

PAR

H. PONTIÈRE

Professeur à l'Université de Louvain.

I. — Introduction

L'Autriche est un des pays européens où la sidérurgie s'est implantée de bonne heure. Dans les premiers siècles de l'ère chrétienne, d'excellents minerais, exploités le long de la *Voie Trajane*, alimentaient les nombreuses petites forges des colonies de cette partie de l'Empire romain. La Carinthie et la Styrie, ces terres classiques de la métallurgie, englobées dans la Norique d'alors, exploitaient déjà les montagnes de fer de Hüttenberg et d'Eisenerz, les deux gisements colossaux qui sont encore aujourd'hui les grands pourvoyeurs de leurs hauts-fourneaux. Leurs fers jouissaient d'une réputation universelle, et la légende veut que les clous qui ont servi à attacher le Christ sur la croix aient été forgés en fer de Norique.

Les anciens districts métallurgiques de l'Empire ont eu de tout temps le souci de bien faire. La célèbre « Académie des mines » de Leoben fut établie au XVI^e siècle, à quelques lieues de la fameuse montagne styrienne, visiblement pour former des techniciens du fer et de la mine. Si elle n'est pas antérieure à celle de Falun en Suède, celle-ci ne s'occupait guère que de la technique des autres métaux.

Aussi peut-on affirmer que le cours de sidérurgie de Leoben fut le premier en date. L'école existe toujours. Elle a eu à sa tête des hommes de très grande valeur comme Peter von Tunner et fourni une pléiade d'ingénieurs répandus dans toute l'Allemagne.

L'École technique de Vienne, plus récente, n'a rien à envier aux établissements similaires de l'étranger, ni comme personnel, ni comme installations.

II. — Conditions économiques.

Les maîtres de forges autrichiens, pas plus que les suédois, n'ont eu à se féliciter de l'emploi du coke, introduit par les Anglais dans la fabrication de la fonte au commencement du siècle passé. Car si, d'une part, l'Empire possède des gisements de combustible considérables, d'autre part, la majeure partie sont constitués par des lignites incokifiables, et, fatalité étrange, les charbons à coke sont situés en des points très éloignés des dépôts miniers. C'est ainsi que les grandes forges de Witkowitz, qui sont près des gîtes d'Ostrau donnant des houilles grasses, tirent leurs minerais de la Hongrie, de la Moravie et de la Laponie suédoise. C'est ainsi encore que les hauts-fourneaux de Donawitz et d'Eisenerz, qui traitent sur place le fer spathique de la montagne styrienne, doivent faire venir leur coke d'Ostrau (Moravie), de la Silésie prussienne et de la Westphalie, en partie par des chemins de fer de montagne, comme la ligne du Semmering ou celle d'Hieflau à Leoben. Il en résulte, à côté d'un transport onéreux, la nécessité de disposer, pour obvier au service intermittent des voies ferrées en temps de neige, d'un approvisionnement de coke qui n'a rien à envier aux stocks de charbon de bois des hauts-fourneaux suédois.

Certaines parties méridionales de la monarchie, comme

la Bosnie, ont de riches dépôts de minerais, mais sont dépourvues de tout combustible. On peut donc résumer la situation d'un mot : aucune partie du territoire ne possède à la fois la mine et le charbon à coke.

Les hauts-fourneaux de Donawitz se trouvent dans une situation vraiment bizarre, puisque, supplice de Tantale d'un nouveau genre, ils sont installés à côté des exploitations de lignite dont les chevalements garnissent les collines de Leoben, à dix minutes de là. Heureusement, la fabrication de la fonte seule est tributaire des charbonnages lointains. Le lignite est un excellent combustible de four à gaz. Aussi y est-il employé uniquement pour l'affinage de la fonte et la conversion des fers et des aciers en produits commerciaux. C'est lui, en somme, qui rend possible le traitement sur place. Mais cela ne suffit pas à racheter les inconvénients du manque d'un des deux grands facteurs de la charge des hauts-fourneaux. Cette simple considération suffit pour conclure que l'exportation des produits sidérurgiques autrichiens sera à jamais une impossibilité.

Une autre infériorité de la sidérurgie autrichienne, c'est l'ancienneté de ses forges. Elle paie encore très cher aujourd'hui les gloires de son passé. Le développement amené par les chemins de fer et la substitution du fer et de l'acier au bois dans la construction et la marine, dont se sont si bien arrangés les pays métallurgiques jeunes, comme l'Amérique et plus près de nous la Westphalie, a trouvé ici la production invraisemblablement morcellée, répartie entre des centaines de petites sociétés, de petites usines, où l'impossibilité de spécialiser les fabrications n'a pas permis d'appliquer ce principe fécond de la division du travail qui a donné ailleurs de si prodigieux résultats.

Comment, au surplus, prétendre s'approcher des conditions économiques de certains laminoirs américains, outillés pour fabriquer annuellement 800,000 tonnes de rails,

alors que la consommation de l'Empire n'est que de 80,000 tonnes, que toute tentative d'exportation est vaincue d'avance, et que cette consommation doit être fournie actuellement par cinq usines qui ont à fabriquer en outre des poutrelles, des tôles, etc.

Il n'y a guère plus de vingt-cinq ans que les producteurs ont bien compris la nécessité de se fusionner. C'est exactement en 1882 que la *Oesterreich-Alpinen Montangesellschaft* fut constituée par la réunion de neuf firmes qui comprenaient trente-trois usines productrices. Elles fournissaient ensemble annuellement 165,000 tonnes de fonte et 620,000 tonnes de charbon en employant 17,500 hommes. La Société précitée produit aujourd'hui 470,000 tonnes de fonte, 1,200,000 tonnes de charbon, et n'emploie que 13,400 ouvriers. Quand on connaît l'obstination et la routine humaines, on peut se rendre compte du doigté, des efforts et du temps qu'il a fallu pour obtenir des résultats comme celui-ci.

Puis il ne suffit pas de fusionner des firmes, il faut arriver à supprimer les usines moins bien situées, et l'on ne se résigne pas aisément à un brusque amortissement de matériel. On est forcément amené à en conserver un bon nombre. Si elles pouvaient être réunies en une seule, que de frais généraux épargnés ! Ce n'est pas là, on le conçoit aisément, l'œuvre de quelques années.

Une troisième cause d'infériorité, c'est le haut prix de la main-d'œuvre, et ceci semble paradoxal, puisque l'Autriche est parmi les pays où l'on émigre le plus. En 1906, sans tenir compte de la Hongrie, où le gouvernement favorise l'émigration et où le chiffre est encore plus élevé, 112,000 ouvriers ont quitté l'Autriche pour les Etats-Unis. C'est plus que n'en a fourni l'Italie elle-même, qui est comme on sait, à la tête des pays qui se dépeuplent au profit des autres. C'est que les districts industriels autri-

chiens sont généralement très peu fertiles : en Styrie et en Carinthie, des montagnes ; en Moravie et en Silésie, des plaines souvent marécageuses. Les denrées alimentaires, qu'il faut faire venir de loin, y coûtent donc cher et le prix de la main-d'œuvre s'en ressent.

Ce court aperçu suffit à faire voir les difficultés contre lesquelles se débattent les maîtres de forge autrichiens. Ils succomberaient à la tâche, d'ailleurs, malgré tout, si la loi ne les protégeait par des droits d'entrée qui ne permettent le passage de la frontière à aucun fer étranger.

Les producteurs de l'Europe occidentale n'ont donc rien à espérer de ce côté. D'ici longtemps le pays se suffira à lui-même. Outre les dépôts de minerais exploités aujourd'hui, dont quelques-uns pour ainsi dire inépuisables, il en reste qui sont encore vierges comme ceux de la Bosnie, dont l'exploitation sera peut être bientôt rendue possible par le chemin de fer concédé récemment par la Turquie à l'Autriche, de Métrovitsa à Uva, à travers le Sandjak de Novi-Bazar, et d'autres plus rapprochés des centres houillers, comme les gîtes siliceux moins riches de Bohême, négligés jusqu'ici, mais qui fourniront un jour leur contingent.

La production ne dépassera guère ce qu'elle est aujourd'hui. On peut s'en rendre compte par les deux faits suivants :

L'Autriche-Hongrie, sur une production annuelle de coke de 1,700,000 tonnes égale à celle de la France, en exporte 300,000 et en importe 600,000. La différence, 300,000, vient donc de l'étranger (d'Angleterre, d'Allemagne et de Turquie). Ce n'est pas seulement le coke qui est importé, mais le charbon. Le port de Trieste en a reçu, en 1906, plus de 600,000 tonnes, dont 520,000 fournies par l'Angleterre, 13,000 par les Etats-Unis, 6,000 par l'Allemagne et 10,000 par la Turquie. En revanche, toutefois, la Bohême, la Moravie, la Silésie, la Galicie et la Basse-

Autriche exportent 1,300,000 tonnes de houille en Allemagne et en Hongrie, tandis que la Bohême presque à elle seule envoie plus de 800,000 tonnes de lignite en Allemagne, en Hongrie et en Italie.

Le manque de charbon de coke a pour conséquence l'exode du minerai. En 1906 il s'en est exporté 324,000 tonnes, et importé 246,000 tonnes, la plus grande partie de Hongrie. Et le premier chiffre serait bien plus considérable si les dépôts de minerai étaient situés à proximité des voies d'eau.

Voici, pour l'année 1906, la subdivision de la production de minerais de fer d'après les régions productrices :

	Tonnes
Bohême	746,516
Basse Autriche	196
Salzbourg	6,443
Moravie	1,997
Silésie	83
Bukovine	
Styrie	1,474,091
Carinthie	15,409
Tyrol	1,482
Carniole	40
Dalmatie	316
Galicie	71,090
Total	2,253,663

Ce total représente une augmentation de 339,881 tonnes sur la production de 1905.

La production de la fonte est également en progression. Elle a atteint 1,222,229 tonnes en 1906, contre 1,119,614 tonnes en 1905; soit une augmentation de 102,615 tonnes.

Le détail de cette production s'établit, pour les fontes de moulage et d'affinage, d'après le tableau suivant :

	Tonnes	Tonnes
Bohême	252,656	44,881
Salzbourg	—	3,068
Moravie	235,939	108,424
Silésie	74,010	14,190
Styrie	433,986	2,446
Carinthie	7,443	76
Tyrol	777	42
Trieste	38,601	4,696
	Tonnes 1,044,412	177,819

Les besoins continuent à croître et, la production restant forcément ce qu'elle est aujourd'hui ou à peu près, on peut prévoir le moment où la frontière devra s'ouvrir aux fers étrangers; mais ce ne sera sûrement pas avant un quart de siècle.

En étudiant l'évolution de la sidérurgie autrichienne, il ne faut pas perdre de vue les considérations précédentes. On doit reconnaître, si l'on en tient compte, que depuis vingt-cinq ans les progrès ont été remarquables. Ils témoignent aussi bien de l'habileté de ses financiers que de la valeur de ses techniciens. Nos ingénieurs ne perdraient pas leur temps à voir de près les forges de la grande monarchie centrale. Ils pourraient y faire les constatations suivantes :

Partout où existent les conditions requises pour une production intensive de fonte, comme à Eisenerz, à Donawitz, à Witkowitz, les hauts-fourneaux, munis de tous les perfectionnements modernes y compris le chargement automa-

tique, sont outillés pour fournir 450 tonnes de fonte par jour.

Des moteurs de 6,000 chevaux, alimentés par les gaz perdus des hauts-fourneaux desservent des souffleries et des laminoirs, comme à Königshof.

Les scories phosphoreuses sont transformées en engrais fins, comme à Königshof et à Kladno.

Des fabriques de briques et de ciment de laitier existent, comme à Witkowitz, à Kladno, à Königshof. La fabrique de ciment de laitier de cette dernière usine est la plus importante du continent.

Des générateurs électriques sont desservis, non seulement par des moteurs à gaz de hauts-fourneaux, mais par des moteurs à gaz de fours à coke, comme à Witkowitz où cette dernière application est réalisée par une machine de 5,700 chevaux.

Dans l'ensemble du pays, 33 % des gaz de hauts-fourneaux sont employés au chauffage du vent, 40 % sont utilisés dans les chaudières à vapeur, 5 % dans les moteurs à gaz. Une autre partie chauffée des fours à griller et à sécher.

Des gaz disponibles de fours à coke, 24 % sont utilisés dans des moteurs; le reste sous des chaudières.

L'électricité est employée partout, non seulement aux transports de toutes sortes, mais à la commande des laminoirs, et le premier laminoir électrique réversible a été installé à Trzynietz.

Certaines forges fabriquent des aciers spéciaux de grande valeur, particulièrement des aciers à outils. Plusieurs ont appliqué les procédés électriques. On trouve le four Kjellin à *Poldihütte*, le four Keller et Donner à la firme styrienne Böhler frères et le four Héroult à la *Kärntnerische Eisen- und Stahlwerk Gesellschaft*, à Ferbach.

Aucun des progrès récents de la sidérurgie n'a laissé indifférents les maîtres de forges autrichiens.

III. — Aperçu des principales usines autrichiennes.

Witkowitz Bergbau und Eisenhütten Gewerkschaft.

Les principaux sièges sont :

Les usines de Witkowitz (Moravie) qui occupent plus de 13,000 ouvriers ;

Les charbonnages de Mähren-Ostrau (district de Ostrau-Karwin) avec 10,000 ouvriers ;

Les mines de fer de Rudobanya et de Kotterbach (Hongrie) et celles de Koskuskulle près de Gellivare (Laponie suédoise) avec 1,800 ouvriers.

Cette compagnie est donc un des principaux organismes industriels du monde.

Les usines sont consacrées à la sidérurgie et à la construction.

Les principaux événements relatifs au développement de cette firme permettront de se faire une idée de la variété des produits fabriqués et du souci constant montré par les propriétaires d'améliorer leurs installations au fur et à mesure des progrès :

1829. — Fondation des usines par l'Archiduc Rodolphe, prince-archevêque d'Olmütz. Le premier four à puddler anglais est installé en Autriche.

1831. — Installation en Autriche du premier haut-fourneau au coke.

1837. — Laminage du premier rail et du premier bandage soudé dans le pays.

1843. — Réunion des usines aux mines de fer et de houille par la firme Rothschild.

1865. — Introduction du procédé Bessemer.
1873. — Les usines deviennent la propriété des frères Güttnan.
1878. — Installation du premier four à chauffer le vent en Autriche.
1879. — Erection d'une fabrique d'acier sur sole. La première charge basique est soufflée sur le continent.
1880. — Achat des laminoirs à tôles de Mähren-Ostrau et des mines de fer de Rudobanya-Telekes.
1883. — Fabrication des tubes en fer soudé. Atelier de construction de ponts.
1885. — Construction du premier four à coke Otto-Hoffmann, à récupération des sous-produits.
1887. — Installation d'une fonderie d'acier.
1888. — Atelier pour la construction des chaudières à vapeur.
1889. — Inauguration du procédé mixte (convertisseur et four Siemens) qui a conservé le nom de procédé de Witkowitz.
1890. — Marteau-pilon et presse à forger. Atelier de parachèvement.
1893. — Fabrication des blindages.
1895. — Acquisition de la mine de Kotterbach. — Erection d'un troisième haut-fourneau et d'un grand train trio. — Acquisition des mines de houille des districts de Dombrau, Ostrau et Petzkowitz.
1896. — Fabrication des projectiles et des briques de laitier.
1897. — Agrandissement de la fabrique d'acier sur sole. — Usine à benzine. — Installation d'une centrale électrique. — Acquisition des mines de fer de Koskuskulle.
1898. — Fabrique de cylindres de laminoir. — Erection d'un pilon de 20 tonnes.
1900. — Installation d'un nouveau lavoir de charbon.

1901. — Agrandissement de la fabrique de blindages. — Erection d'une presse à forger de 8,000 tonnes.
1902. — Haut-fourneau n° IV. — Installation d'un nouveau générateur électrique de 1,000 kilowatts.
1904. — Installation d'une seconde centrale électrique, desservie par moteur à gaz perdus de fours à coke.
1905. — Installation de moteurs à gaz de hauts-fourneaux et de fours à coke. — Soudure électrique.
1906. — Reconstruction des ateliers de construction de machines, de ponts, de chaudières. — Nouvelle fonderie. — Haut-fourneau n° V. — Agrandissement de l'usine à coke. — Erection d'une presse à forger de 4,000 tonnes et des nouveaux ateliers de parachèvement.
- Ajoutons que la Compagnie vient de prendre arrangement avec l'inventeur pour l'installation d'un four Talbot de 200 tonnes, qu'à cette occasion le procédé mixte, dont la bonne influence bien constatée sur la qualité et surtout sur la régularité du produit est en somme payée trop cher par les frais résultant d'une double installation, sera supprimé et l'aciérie renouvelée complètement.
- Il serait injuste de ne pas mentionner tout spécialement la fabrique de blindages :
- 1° Le four à réchauffer qui, tournant à 90 degrés, dirige le lingot chauffé, sortant par le rampant devenu porte de défournement, vers la table alimentatrice du train sur laquelle il est aisément convoyé par les rouleaux-entraîneurs;
- 2° Le laminoir, où un vireur constitué de doigts verticaux mis en rotation sur eux-mêmes, après avoir soulevé un peu la plaque, la fait tourner par simple frottement jusqu'à ce qu'elle soit arrivée à 90 degrés de sa première position pour être laminée dans le sens perpendiculaire; tandis que pour le retournement au milieu du laminage, qui doit permettre un refroidissement égal des

deux faces, une partie de la table se dresse sur une arête avec tous ses rouleaux et ses embrayages, pendant que la partie voisine, relevée de la même façon en sens inverse, vient s'appliquer contre la plaque redressée et s'abaisse ensuite avec elle;

3° L'atelier de trempe superficielle par injection d'eau.

Enfin le relevé suivant, qui donne la production détaillée pour l'année 1906, achèvera de faire voir l'importance de la Compagnie :

	Tonnes
Charbon	2,063,000
Coke	715,800
Sulfate d'ammoniaque	7,830
Goudron et brai	24,400
Benzine	1,721
Fonte	326,900
Acier en lingots	209,938
Fer puddlé	40,109
Fer et acier laminés	184,163
Aciers forgés	25,817
Tubes étirés	18,959
Moulages de fonte	27,443
Production des ateliers de construction de machines à vapeur	21,516
Production en tôles et ponts	12,867
Briques réfractaires	42,847
Cuivre	562
Mercure	43

N. B. — Le cuivre est livré par une usine de lixiviation des pyrites grillées.

Prager Eisenindustrie Gesellschaft. — Böhmischen Montangesellschaft.

Ces deux compagnies, situées en Bohême et aujourd'hui fusionnées, donnent un bel exemple de la concentration dont les maîtres de forges autrichiens ont compris la nécessité depuis un quart de siècle. Leur réunion date de 1904 et déjà elles ont pu supprimer deux usines — Hermannshütte (1904) et Teplitz (1907). — Elles occupent ensemble plus de 14,000 ouvriers, dont 5,500 dans les houillères de Kladno, près de 2,000 dans les mines de fer de Nucic et les carrières de castine, le reste dans les usines de Kladno, Königshof et Althütten. Les firmes constitutives de la grande Compagnie actuelle n'ont guère pris de l'importance qu'à partir de 1879, époque à laquelle fut introduit ici, comme à Witkowitz, le procédé Thomas qui permet de traiter les minerais phosphoreux des environs de Nucic, exploités à Jinocan, à Vinici et à Krahulow. A l'inverse de la fameuse sidérite d'Eisenerz, le minerai de Nucic contient plus de 2 % de phosphore.

Ici encore le minerai, comme à Donawitz, voisine avec du charbon qui, bien qu'assez bitumineux, ne convient pas pour la fabrication du coke des hauts-fourneaux modernes. Ils doivent s'en approvisionner à l'étranger.

Mais on trouve dans les usines les perfectionnements les plus récents : centrales électriques actionnées par moteurs à gaz et turbines à vapeur, grues électromagnétiques, convoyeurs, élévateurs et ponts-roulants électriques, épurateurs des gaz de hauts-fourneaux abaissant la teneur en poussière jusqu'à 0^{es}008 par mètre cube, par le procédé centrifuge Shiele, etc.

L'affinage de la fonte se fait au convertisseur et au four Siemens.

Sans prétendre décrire les superbes installations de

transports mues électriquement, donnons-en une idée par la table alimentatrice du gros train de Kladno.

Elle est convoyée pour le ripage par un moteur électrique triphasé de 60 chevaux complété par des freins électriques qui permettent un arrêt presque instantané. Ses rouleaux-entraîneurs reçoivent leur commande d'un autre moteur triphasé de 40 chevaux par vis sans fin. Elle pèse en tout 61 tonnes.

Le relevé suivant se rapporte à l'année 1906 :

Production	Tonnes
Houille	1,583,634
Lignite	68,676
Minerai (Nucic).	719,592
Fonte d'affinage.	251,448
Fonte de moulage	41,010
Aciers en lingots	276,214
Fer puddlé	12,667
Ciment	65,000
Scories basiques.	74,483

Elle a produit en outre 18 millions de briques de laitier.

Puissance des générateurs et des moteurs :

Moteurs à vapeur	53,658 chev. vap.
Moteurs à gaz	7,810 »
Dynamos	8,165 »
Moteurs électriques	10,922 »

Oesterreich-Alpinen Montangesellschaft.

Cette société a monopolisé depuis une quinzaine d'années l'exploitation de deux des plus puissantes montagnes de fer du monde, celle de Hüttenberg en Carinthie et celle d'Eisenerz en Styrie. On se bornera ici à décrire la partie sty-

rienne de son domaine qui comprend la fameuse Erzberg, le haut-fourneau d'Eisenerz qui est à un kilomètre, les hauts-fourneaux avec les aciéries de Donawitz, à trente kilomètres environ, et trois autres usines moins importantes.

L'*Erzberg* — montagne de minerai — d'Eisenerz est le plus considérable des dépôts minéraux associés aux roches paléozoïques du versant nord des Alpes orientales, qui s'étend du Tyrol à l'ouest, au bord du bassin de Vienne à l'est, sur une longueur d'environ 300 kilomètres. Ces dépôts suivent la même direction, mais sont distribués irrégulièrement et varient dans des limites très éloignées, aussi bien en importance qu'en nature. Certains d'entre eux, pour ne citer que les plus rapprochés de la fameuse Erzberg, ont été exploités comme mines de cuivre à Kallwang, à Radmer et à Johnsbach, depuis l'année 1546 jusqu'au milieu du siècle passé. Actuellement les dépôts de minerai de fer seuls sont encore importants.

La partie sud de la région d'Eisenerz est composée de roches granulaires, schisteuses (grauwacke) et calcaires, recouvertes au nord et au nord-est par les grandes masses de formation triasique. C'est à celles-ci qu'appartiennent les calcaires et les dolomites qui forment le Hochschwab et s'étendent aux districts de Semmering, de Raxalp, de Schneeberg à l'Est. La différence de formation est marquée par un contraste frappant dans la silhouette du pays, les vieilles roches donnant des montagnes arrondies et boisées, tandis que les sommets triasiques se dressent comme des murailles. Un curieux exemple de cette dernière forme est le Pfaffenstein, qui domine la ville d'Eisenerz et l'Erzberg elle-même.

L'Erzberg est un cône presque isolé, séparant les bassins de l'Enns, qui reçoit l'Erzbach à Hieflau, et de la Mur, qui reçoit le ruisseau de Vordernberg un peu en amont de

Leoben. De son sommet, qui est à 1,537 mètres au dessus du niveau de la mer, la montagne pend à l'est vers la vallée de Trofeng et à l'ouest vers la Krumpenthal. Vers le sud, la pente est moins accentuée jusqu'au sommet du Platten, relié avec la grande masse calcaire du Reichenstein qui a une altitude de 2,150 mètres.

Le fer spathique doit y être regardé comme le résultat d'une transformation du calcaire silurien supérieur par les sels ferreux apportés par des sources souterraines. La présence des sulfures dans les parties profondes en témoigne assez.

Les sites avoisinant la montagne devaient présenter aux époques reculées une activité extraordinaire, avec les nombreuses petites forges échelonnées le long de l'Erzbach. Car la mine y était exploitée déjà par de longues galeries ouvertes dans les parties tendres du gîte, livrant le *Blauerz* qui pouvait seul être traité dans les fours primitifs. Les parties dures (*Flinz*) étaient alors considérées comme du stérile. Un bon nombre de ces galeries existent encore. On y relève de temps en temps des pièces de monnaie qui ne laissent aucun doute sur leur antiquité.

Aujourd'hui que les petites forges de la vallée ont disparu, la nature a jeté sur leurs ruines son manteau de verdure, et c'est sur la montagne que se porte, apparemment du moins, toute l'activité. Mordue à même, exploitée à ciel ouvert par 3,000 ouvriers qui la découpent en 60 tranches de 10 mètres, elle se présente comme un escalier de géants pour monter à l'assaut du ciel. Le pic et la dynamite y font leur œuvre. Lors de la visite de l'*Iron and Steel Institute*, le 27 septembre 1907, on alluma au même moment les mèches de 1,602 mines chargées de 1,600 kilos de dynamite. La longueur des trous placés bout à bout eût atteint deux kilomètres et la masse disloquée par l'explosion a dû s'élever à plus de 100,000 tonnes, puisque l'on

compte sur un effet utile de 80 tonnes par kilogramme d'explosif. On calcule que la montagne sera rasée dans douze siècles. Elle aura défié trois mille ans les efforts des hommes.

Suivant la tradition populaire, l'Erzberg est exploitée depuis deux mille ans, mais les travaux sont authentiqués jusqu'au début du dixième siècle seulement. Sous le régime féodal, la montagne, considérée comme la propriété du souverain, était concédée à des propriétaires fonciers, nommés *Radmeister*, qui devaient habiter le pays, disposer des chutes d'eau requises pour la force motrice, des forêts pour livrer le charbon de bois, et de terres dont les tenanciers fournissaient la main-d'œuvre nécessaire au travail des forges.

Les droits d'exploitation ne furent bien définis qu'au XIII^e siècle, époque à laquelle la montagne fut divisée en deux parties séparées par un plan horizontal au niveau du sommet de Prebichel. La moitié supérieure fut assignée aux propriétaires de Vordernberg, l'autre à ceux d'Eisenerz. Cette division est encore respectée dans l'exploitation actuelle.

La diversité d'intérêts entre le grand nombre de propriétaires — il y en avait 14 à Vordernberg et 19 à Eisenerz — amena dans l'extraction une grande confusion et un déchet énorme. En 1625, les exploitants d'Eisenerz tentèrent de s'associer par la formation de la *Inneberger Haupt Gewerkschaft*, un organisme sans stabilité qui végéta jusqu'en 1881. Les exploitants de Vordernberg conservèrent leur individualité jusqu'en 1825, époque à laquelle treize d'entre eux s'associèrent. Le quatorzième continua seul jusqu'en 1871. Depuis 1890 toute la montagne est aux mains de la *Oesterreich-Alpinen Montangesellschaft*, la puissante compagnie qui l'exploite aujourd'hui.

Avant elle, la partie supérieure était travaillée par galeries l'hiver, à ciel ouvert l'été; la partie inférieure à ciel ouvert seulement. Actuellement tous les travaux souterrains sont abandonnés.

La montagne, exploitée aujourd'hui sur une hauteur de 600 mètres, est divisée, comme on l'a déjà dit, en soixante terrasses. Le minerai, brisé par la dynamite, trié à la main, est conduit par wagonnets à des puits ou des plans inclinés qui l'amènent à l'un des trois niveaux d'expédition. Le supérieur (1,250 mètres d'altitude) est desservi par un petit chemin de fer à vapeur relié par une voie en pente au dépôt de Prebichel (931 mètres). Le niveau moyen (1,070 mètres) dirige son contingent vers la gare d'Erzberg par une voie de 1,200 mètres de longueur. Au niveau inférieur (937 mètres), la mine est ramassée dans une galerie qui débouche à 200 mètres au dessus des fours à griller. Ceux-ci la reçoivent par des plans inclinés à freins. Une descenderie électrique permet, quand il en est besoin, d'amener le minerai de l'étage moyen à l'étage inférieur.

La moitié de la masse énorme descend donc par des plans inclinés jusqu'au pied de la montagne, tombe dans les fours de calcination de la Krumpenthal. Le feu y fait son œuvre avec une telle discrétion que tout paraît dormir dans ce coin retiré. De là un petit chemin de fer électrique, presque toujours en tunnel, conduit la mine calcinée à 1 kilomètre de là, de l'autre côté de la petite ville d'Eisenerz, dans un grand haut-fourneau qui fournit à lui seul 450 tonnes de fonte par jour.

Quant à la mine exploitée aux étages supérieurs, la moitié est dirigée, comme on l'a vu, vers la gare d'Erzberg; le reste est emporté par d'autres locomotives, contourne le cône, va rejoindre à la gare de Prebichel le chemin de fer à crémaillère qui vient de Hiesflau, passe à Eisenerz, escalade lui-même la montagne, dessert la gare d'Erzberg et

atteint Leoben, son terminus, après avoir laissé à Donawitz la pâture de plusieurs autres hauts-fourneaux alimentant une aciérie.

Le gîte d'Eisenerz n'est pas célèbre seulement par sa puissance, mais encore par la richesse et la pureté de son minerai.

En voici une analyse moyenne :

	Minerai brut	Minerai calciné
Silice	4.08	8.19
Acide phosphorique	0.034	0.059
Acide sulfurique	0.202	0.432
Oxyde ferreux	32.25	1.233
Oxyde ferrique	19.50	71.18
Alumine	1.26	1.61
Oxyde manganoux	3.50	4.29
Chaux	5.92	6.19
Magnésie	4.06	4.14
Acide carbonique	27.62	2.64
Eau	0.84	0.14
	<hr/>	<hr/>
	99.266	100.104
Fer	38.73	50.68
Manganèse	2.45	3.00
Silicium	1.91	3.83
Phosphore	0.015	0.025
Soufre	0.079	0.169

Le haut-fourneau d'Eisenerz est outillé avec tous les perfectionnements modernes. La soute au coke amené de la Westphalie et du nord de la monarchie centrale

contient 14,000 tonnes. La fonte en gueuses, vendue au loin, a la composition suivante :

Carbone	3.0 à 3.8
Manganèse	2.2 à 2.8
Silicium	0.5 à 0.7
Soufre	0.04 à 0.08
Phosphore	0.05 à 0.10

Par sa faible teneur en phosphore, elle peut servir pour la fabrication Bessemer avec revêtement acide; mais par sa faible teneur en silicium, elle convient encore mieux pour le revêtement basique.

Les usines de Donawitz étaient originairement une forge pour le puddlage des fontes au bois produites par les nombreux petits hauts-fourneaux de la vallée de Vordernberg. L'emplacement avait été choisi à cause du voisinage des mines à lignite de Leoben. Aujourd'hui, elles comprennent quatre hauts-fourneaux, dont l'un (du système américain avec chargement automatique) produit 400 tonnes de fonte par jour. On limite le plus possible la consommation du coke, ce qui a encore pour avantage de maintenir le silicium à une teneur très basse; on cherche à ne pas dépasser 0.2 %.

On a préféré ici affiner la fonte au four à sole garni du minerai calciné peu siliceux de l'Erzberg et admirablement desservi par les gazogènes à lignite système Kerpely, à injection centrale d'air et de vapeur, à grille tournant lentement (3 tours par heure) pour amener successivement chacune de ses parties en face d'une ouverture par où se fait automatiquement le décrassage.

La fonte arrive directement des hauts-fourneaux dans un mélangeur de 150 tonnes, chauffé, placé entre deux batteries de 5 fours à affiner, passant chacun deux charges de

28 tonnes par jour sur un fond en magnésie. Les réactifs, scraps, chaux et mine calcinée, sont introduits du côté de la porte de travail par un chargeur électrique, et la fonte liquide du côté du stoupa par une grue qui sert aussi pour la manœuvre de la poche de coulée.

Les fours sont assez élevés pour couler leur contenu dans la poche, qui est dirigée vers le milieu de l'usine, où elle roule parallèlement à la taque de fonte sur laquelle se tiennent debout les lingotières. On consomme en lignite, aux fours, 25 % de l'acier produit.

Les laminoirs, aménagés pour fabriquer des barres de toutes sortes, sont alignés avec un blooming réversible et un gros laminoir réversible à rails et poutrelles, commandés par un moteur compound de 10,000 chevaux. Des soaking pits chauffés servent pour les gros lingots; des fours ordinaires desservis électriquement, pour les petites sections.

La halle qui couvre la ligne des laminoirs et des fours a près de 300 mètres de longueur; elle est remarquablement bien ventilée. Les lingots plats sont transportés aux laminoirs à tôles de Zellweg situés à 60 kilomètres de là dans un district charbonnier. Les petits lingots vont à Kindberg et à Neuberg, où fonctionnent d'autres laminoirs avec cinq fours de 5 à 10 tonnes.

La production annuelle des quatre établissements en lingots d'aciers est de 312,000 tonnes; celle des laminoirs de 245,000 tonnes.

Oesterreichische Berg- und Huttenwerk Gesellschaft.

Cette société, qui a son siège dans la Silésie autrichienne, possède trois hauts-fourneaux, une aciérie et des laminoirs. Les minerais consommés viennent en partie de ses mines de Hongrie. On y ajoute des pyrites grillées, du minerai de Galicie et des hématites de Bosnie et du sud de la Russie.

Elle n'a pas la puissance des trois précédentes. Si l'on en fait ici une mention spéciale, c'est qu'elle n'a de leçon à recevoir de personne pour l'esprit d'initiative. A ses usines *Hildegarde* à Trzynietz, les applications électriques ont pris une importance extraordinaire. Outre les convoyeurs pour coke et minerai qui desservent ses hauts-fourneaux, ses cinq laminoirs sont à commande électrique et elle a osé la première tenter la construction d'un laminoir électrique réversible. Disons tout de suite qu'il a été un vrai succès.

Le fonctionnement satisfaisant du système Ilgner desservant les machines d'extraction permettait d'espérer que la même disposition pourrait s'appliquer avec succès à la commande des laminoirs réversibles : le passage alternatif du lingot d'acier dans la cannelure et l'ascension alternée des deux cages d'extraction du fond au jour présentent, en effet, une très grande similitude. Mais personne ne voulait commencer.

La société en question chargea l'*Allgemeine Elektrizität Gesellschaft* de l'installation, et l'on doit féliciter autant la première de son audace que la seconde de la façon vraiment scientifique dont elle a réalisé cette nouvelle et considérable conquête de l'électrotechnique. Elle mérite qu'on s'y arrête un instant.

La centrale se compose d'une turbodynamo Parsons de 3,000 kw. et de deux Curtis, chacune de 1,250 kw. Ces trois machines fonctionnent en parallèle alternativement. Si l'usine a adopté pour sa centrale des turbines, c'est surtout parce que cela lui a permis d'achever son installation en quinze mois, alors que la même installation avec machine à vapeur compound eût nécessité un temps double.

Le laminoir réversible se compose de quatre cages avec cylindres de 750 millimètres de diamètre moyen. Il sert au laminage des lingots de deux tonnes en billettes, rails, fers atteignant jusque 45 centimètres de hauteur, etc. Les dimensions principales du lingot sont telles qu'il est possible d'en tirer des poutres de $0^m42 \times 0^m45 \times 1^m70$.

L'étude de la machine à vapeur desservant jusqu'ici le laminoir, et qu'il s'agissait de remplacer, a permis de relever la puissance maxima qu'elle fournit au cours du laminage. En plus, des diagrammes de pression de vapeur et de vitesse ont permis de calculer les moments instantanés. En majorant ceux-ci pour tenir compte des masses en mouvements des moteurs électriques, bien supérieures à celles du moteur à vapeur, et combinant les valeurs majorées avec le diagramme des vitesses, on obtint la puissance à réaliser par l'installation électrique.

Le point délicat était d'obtenir, malgré l'inertie d'aimantation, la vitesse maxima 4 secondes après avoir manœuvré le mécanisme de changement de marche. Il est évident qu'il fallait interposer un intermédiaire entre la centrale et un consommateur aussi irrégulier. Cet intermédiaire est le transformateur Ilgner qui est une application de la distribution Léonard. Rappelons-en le principe :

Chaque moteur à sa dynamo ; les balais des deux engins étant reliés électriquement, la dynamo alimente le moteur. On pourra la laisser tourner continuellement sauf à n'exciter ses électros qu'au moment où l'on veut actionner le moteur, et par un courant proportionnel à l'énergie qu'on veut lui faire produire. De plus, il suffira, pour changer le sens de rotation de celui-ci, d'inverser le courant dans l'inducteur de la dynamo dont l'induit tourne toujours dans le même sens. Il y a d'abord freinage jusqu'à l'arrêt total du moteur, puis aussitôt rotation du moteur en sens inverse. Les appareils de démarrage et de changement de marche sont donc construits pour de faibles courants et faciles à manœuvrer. En outre la perte d'énergie est presque nulle quand le moteur ne travaille pas.

Dans l'installation de la *Hildegardehütte*, la dynamo de démarrage est dédoublée. Les deux machines sont disposées de part et d'autre d'un moteur triphasé alimenté par la centrale sous 3,100 volts à 50 cycles, et prenant 2,500 chevaux.

Mises en tension, elles donnent 11,000 ampères maximum sous 1000 volts. Deux volants en acier coulé, chacun de 26 tonnes et de 80 mètres de vitesse circonférencielle par seconde, vitesse correspondant à 375 tours par minute, servent à neutraliser les variations d'énergie. L'ensemble du moteur triphasé, des deux volants et des deux dynamos constitue un véritable groupe tampon.

Le courant des deux dynamos est lancé dans trois moteurs groupés en parallèle et calés sur l'arbre du laminoir.

Pour que le volant joue son rôle de régulateur, il faut que le glissement du rotor soit une fonction de la puissance absorbée. En augmentant le glissement quand cette puissance augmente, on force la vitesse du moteur triphasé, des volants et des deux dynamos. Cet effet est obtenu en intercalant dans l'enroulement du rotor des résistances liquides manœuvrées automatiquement par un petit servo-moteur dont l'inducteur reçoit le courant du transformateur et dont l'induit ne tourne que de quelques degrés autour de sa position moyenne. Il peut ainsi incliner plus ou moins sur son axe un balancier portant à une extrémité les tôles constituant une anode des résistances liquides, et à l'autre extrémité un contre-poids. Le réglage de ce contre-poids permet de proportionner convenablement son moment à ceux du servo-moteur et des tôles et de fixer l'énergie moyenne qui peut être soutirée au réseau. Ce régulateur est d'un fonctionnement instantané.

L'effet final du transformateur à volants influencé par le régulateur de glissement est que les demandes maxima d'énergie du laminoir, atteignant jusqu'à 11,000 chevaux, sont fournies par une prise continue équivalant à la dixième partie, soit environ 1,000 à 1,100 chevaux. La vitesse du transformateur oscille entre 375 et 320 tours. Le temps nécessaire au transformateur pour atteindre sa vitesse maxima, correspondant à une consommation de 500 à 800 kw. au moteur triphasé, est de 8 minutes. La puissance qu'il

consomme à vide est de 120 kw. Les deux dynamos de démarrage travaillent, comme on l'a dit, en série; elles sont pourvues d'un enroulement compensateur système Dery pour éviter les étincelles. Chacune d'elles est construite pour une production moyenne de 1,500 kw. et une puissance maxima de 4,300 kw. L'interrupteur à maximum est donc réglé de façon à briser le circuit pour 9,000 kw.

La seconde partie de l'installation est, comme on l'a vu, l'ensemble de trois moteurs à courant continu, couplés en parallèle, recevant le courant des deux transformatrices du groupe tampon et calés par l'intermédiaire de manchons sur l'arbre du laminoir. Ces moteurs, n'en formant qu'un en réalité, sont, comme les dynamos de démarrage, à excitation indépendante.

Le troisième groupe de l'installation est un petit transformateur comprenant un moteur triphasé actionnant de chaque côté une dynamo à courant continu, l'une excitant les électros des deux dynamos du système Ilgner et des trois moteurs, l'autre destiné à alimenter des enroulements spéciaux portés par les électros des trois moteurs dans les cas de surcharge excessive de longue durée.

La subdivision de l'appareil moteur en trois à deux buts; le premier d'augmenter la section des barres de l'induit et de diminuer ainsi la perte d'énergie par effet Joule, le second d'arriver à une vitesse circonférencielle moindre et d'éviter ainsi que les moteurs ne jouent le rôle trop accentué de volants.

On est arrivé à atteindre la vitesse de 110 tours au laminoir en 2 1/2 secondes, au lieu de 4 secondes comme on se l'était imposé. Malgré des variations de courant qui peuvent aller de 0 à 11,000 ampères et qui, pour le laminage en billettes vont de 0 à 5,500 ampères, correspondant à une variation d'énergie de 0 à 4,000 chevaux, les variations de l'énergie prise par le moteur ne dépassent pas

50 chevaux au-dessus et 50 au-dessous de la moyenne, soit moins de 20 %, ce qui est tout à fait négligeable pour une centrale de 4,000 à 5,000 kw.

Il a été établi à la *Hildegardehütte* que le laminoir électrique réversible est le consommateur de courant le plus agréable pour le réseau. En tout cas, la variation d'énergie qu'il donne est négligeable en comparaison de celles provoquées par plusieurs autres trios de l'usine. Ces dernières, d'ailleurs, ne présentent aucun inconvénient pour la centrale et l'ensemble de la distribution.

La consommation d'énergie oscille, suivant les dimensions des profils, entre 25 et 60 kilowatts-heures pour la conversion des lingots en billettes, rails, poutrelles, etc.

Etant donné que, à cause de leurs avantages devenus classiques, les centrales électriques s'imposent dans les usines importantes, plus particulièrement dans les forges dotées de hauts-fourneaux dont l'énergie perdue est de plus en plus captée par des moteurs à gaz pauvre, on peut résumer comme suit les avantages de cette disposition :

1° La conduite d'un laminoir réversible est tellement facile qu'à l'usine *Hildegarde*, le machiniste de la machine à vapeur compound a pu, le jour même de la mise en train, prendre la manœuvre de la commande électrique ;

2° Grâce à la suppression de toutes les pièces à mouvement alternatif, la mise en train à chaque changement de marche est d'une douceur telle que les manchons d'accouplement ne reçoivent aucun choc. Aussi peut-on affirmer que les bris de cylindres sont moins à redouter ;

3° La simple inspection des appareils de mesure permet de se renseigner à chaque instant sur les conditions du laminage. C'est ainsi que l'ampèremètre, par exemple, traduit fidèlement à chaque instant le moment moteur nécessité par le travail du métal. S'il est trop élevé, on modifiera en conséquence le calibrage de la cannelure.

Aucun progrès n'est comparable à celui-ci, pour permettre au tourneur d'arriver au profil le plus rationnel des diverses sections laminantes.

Ajoutons que le laminoir réversible de Trzynietz fonctionne depuis deux ans et demi à l'entière satisfaction des intéressés et que ce succès a garni depuis quelques mois les carnets de l'*Allgemeine Elektrizität Gesellschaft* de commandes nombreuses. C'est la meilleure preuve de l'excellence des installations et de la praticabilité du système.

IV. — Conclusion.

Il y a vingt cinq ans, feu Peter von Tunner, le distingué directeur de l'Académie des mines de Leoben, présentait la sidérurgie de son pays aux membres de l'*Iron And Steel Institute*, réunis en congrès à Vienne. En écoutant son discours, on songeait malgré soi à un noble déchu, fier d'un passé glorieux, parlant aussi peu que possible du modeste patrimoine actuel et n'osant pas trop penser à l'avenir. Von Tunner n'avait pas la foi ; ses compatriotes, on l'a vu par les exemples relatés ici, ont marché depuis. Grâce à leurs intelligents efforts, la métallurgie autrichienne peut aujourd'hui, non seulement s'enorgueillir de son antique renommée, mais encore être fière de son présent et envisager avec confiance les années qui s'offrent à son activité.

Quant à nous, n'espérons pas trouver de si tôt dans l'Empire un débouché pour nos produits. On n'y pourra songer avant le milieu du siècle, peut-être ; mais, en attendant, nous pouvons y aller prendre une excellente leçon de choses.

Louvain, le 2 mars 1908.

