

ÉTAT ACTUEL

DE LA

SIDÉRURGIE EN SUÈDE

PAR

H. PONTIÈRE

Professeur de métallurgie à l'Université de Louvain.

[6691 (485)]

Le *Meeting* d'automne de l'*Iron and Steel Institute*, qui s'est tenu cette année à Stockholm, fin d'août, a été l'occasion, pour l'Association des Maîtres de forges suédois (*Jernkontoret*), de mettre en pratique de royale façon la proverbiale hospitalité des peuples du Nord; et, pour les membres de l'Institut anglais, de recevoir une leçon de choses comme il leur a été donné rarement d'en profiter. Rien n'a manqué à cette réception dont le détail ne peut trouver sa place dans un mémoire technique. Disons seulement que le roi Oscar II, un savant doublé d'un orateur, dont l'exquise distinction n'a d'égale que la plus séduisante urbanité, n'a pas dédaigné d'assister à l'une des séances, d'y suivre les débats avec le plus vif intérêt, d'accepter le titre de membre d'honneur de l'Institut et de recevoir tous les congressistes à souper dans son palais de Drottningholm. Disons encore que les trois jours de congrès ont été suivis de trois jours d'excursions en train spécial; ce qui a permis aux invités de voir une grande partie des forges et des exploitations minières de l'antique Scandinavie. Un nombre restreint d'excursionnistes ont même pu pousser

jusqu'aux gisements colossaux de la Laponie suédoise. Ce sont ces excursions et les échos du Meeting qui ont fourni la matière de cette notice.

Richesses minières.

La presqu'île scandinave est, comme on sait, un des centres glaciaires les plus importants de l'Europe septentrionale. Rien de plus curieux que de la parcourir en chemin de fer, de Malmö à Stockholm et de Stockholm à Lullea, c'est-à-dire dans sa plus grande longueur. A partir du Smaaland, sauf de rares interruptions qui se présentent surtout dans les deux Gothies et aux environs d'Upsala, la voie court sur des marécages, sur des lacs semés d'îles, ou se fraie un passage à travers des milliers de blocs erratiques parfois énormes, entre lesquels croissent des pins. Tous ces obstacles réunis font de la construction de cette longue voie de communication une entreprise colossale.

La série des terrains n'est représentée, sur la plus grande partie du pays, que par les extrêmes. Les terrains anciens sont des granits, des gneiss, des quartzites, des mica-schistes, des conglomérats et du calcaire granulaire. Les terrains récents appartiennent en partie à l'époque glaciaire (graviers de moraine couverts par place d'argile, sables, blocs), en partie à l'époque post-glaciaire (argiles et alluvions.)

Les terrains quaternaires fournissent, outre la tourbe, des minerais de lacs et de marais, dans le Smaaland, le Vermland et la Dalécarlie surtout.

Les terrains archéens et paléozoïques contiennent les *montagnes de fer*, massées presque toutes dans une région de 1500 kilomètres carrés, limitée à l'est par la Baltique et le Golfe de Bothnie, à l'ouest par le lac Wener et la rivière Klara, au sud par le canal de Gothie, et au nord par une

ligne qui coupe la Dalécarlie en deux. En dehors de cette région, on ne connaît au sud que le gisement du Taberg, à 11 kilomètres de Jönköping, et au nord ceux de Gellivara et de Kiirunavaara-Luossavaara. Ces deux derniers, situés au dessus du cercle arctique, dans les *Norbotten* (Laponie), sont les plus importants de la Suède. Le dernier est un des plus considérables du monde.

Les minerais de lacs et de marais ont été surtout exploités anciennement. Ce sont eux qui ont donné naissance à ces innombrables petites forges, qui disparaissent l'une après l'autre aujourd'hui pour être remplacées par des organismes plus puissants. Ces minerais, qui se reformaient à la façon de la tourbe, étaient de composition fort variable. On en jugera par les écarts de 50 à 70 pour la teneur en oxyde métallique et de 0,5 à 11 pour celle en phosphore.

Il y a quarante ans, on tirait encore annuellement de 20 à 22 mille tonnes de ces minerais. Aujourd'hui, leur exploitation est à peu près réduite à rien. Toute l'activité est reportée sur les minerais en amas ou en couches, composés d'hématite ou de magnétite, souvent mélangées dans la même roche.

La magnétite, ou *mine noire*, forme à peu près les neuf dixièmes et l'hématite, ou *mine rouge*, le dixième de la masse totale.

Parmi les amas, le plus important est celui du Taberg dans le Smaaland. Il a 125 mètres de puissance, 150 mètres de largeur et 900 mètres de longueur. On en trouve aussi à Langhult, dans la même province, et à Ramberg dans la Vestrogothie.

Les couches forment un grand nombre de *montagnes de fer* dont l'épaisseur est le plus souvent comprise entre 12 et 35 mètres. On les exploite à partir de 2 mètres. Dans certaines mines très importantes, l'épaisseur monte à 90 mètres (Grängesberg).

A Gellivara, on trouve des dépôts de 70 mètres et à Kiirunavaara, ils sont compris entre 35 et 150 mètres. Pour la longueur du gisement, les mines du nord tiennent aussi la tête : Kiirunavaara 3500 mètres, Luossavaara 1300 mètres ; Gellivara, avec quelques intervalles de mort terrain, 7000 mètres.

Dans la Suède centrale, les mines les plus étendues sont Norberg (1200 mètres) et Grängesberg (1000 mètres). Plusieurs ont 200 à 300 mètres. D'autre part, si l'on mesure la longueur totale occupée par les dépôts alignés suivant la même direction, on trouve à Norberg 20.000 mètres, pour Grängesberg et Louberg réunis 4000 mètres ; à Riddarhyttan 3500 mètres et à Dannemora 2000 mètres.

Les mines dont la profondeur verticale est la plus forte sont Taberg, dans le Vermland (355 mètres), et Dalkarlsberg, dans la Nericie (330 mètres). A Marnas, dans le groupe de Grängesberg, on exploite à 350 mètres suivant l'inclinaison (280 mètres suivant la verticale), et à Asboberg, dans la Nericie, à 400 mètres suivant l'inclinaison (285 mètres suivant la verticale).

A ces profondeurs, le gîte conserve la même puissance qu'aux niveaux plus élevés et le minerai ne tend nullement à décroître.

Il arrive que les gisements sont traversés par des dykes composés en partie de roches ignées (pegmatite, diorite, diabase) et en partie de minéraux (talc, chlorite, quartz, calcaire, épidote, mica, zéolithe, feldspath, argile, etc.)

Ces minéraux contiennent parfois des fragments de minerais. Au point de vue de la composition, les minerais suédois sont divisés en cinq classes.

1° Minerais à gangue de quartz et de feldspath (hématite).

2° Minerais à gangue d'apatite (magnétite et hématite).

3° Minerais à gangue de pyroxène, d'amphibole etc. (magnétite).

4° Minerais à gangue calcaire et manganésifère (magnétite).

5° Minerai titanifère (magnétite).

Les quatre premières classes sont de formation sédimentaire ; la cinquième d'origine ignée.

Le minerai de Taberg (Smaaland), appartient à cette dernière catégorie. Il contient 6 p. c. d'acide titanique et un peu de vanadium. Le minerai de Routivara est aussi de la magnétite titanifère, souvent pyritifère ; il contient 48 à 52 p. c. de fer et 11 à 13 p. c. d'acide titanique.

Les minerais suédois en roche ont des teneurs en fer comprises entre 30 et 70, généralement entre 50 et 60.

Le quatrième groupe, en certaines parties pauvres (20 p. c. de fer) est parfois employé comme fondant avec des mélanges quartzeux.

La gangue est généralement siliceuse et peu alumineuse.

Le pourcentage en phosphore des minerais suédois est généralement très faible. Les plus purs sont de Danne-mora (0,001 à 0,003 de phosphore métallique) et ceux de Bispberg, de Persberg, de Rishöjdberg et de Klockberg (entre 0,005 et 0,05.)

Les gisements les plus importants sont phosphoreux. Tels certaines mines du groupe de Grängesberg et de Gellivara, et le groupe de Kiirunavaara (1,5 à 3,0.)

Les minerais spéculaires siliceux sont généralement peu sulfureux de même qu'un certain nombre de magnétites. Un bon nombre sont sulfureux et doivent être grillés.

Comme minerais manganésifères, on peut mentionner ceux de Langvik (Dalécarlie) à 10 p. c. de protoxyde, de Klockberg (Vestmanland) à 7 p. c., de Penning (Gestrikland) à 12 p. c. Celui de Svartberg (Dalécarlie), à 13 à 20 p. c., est le plus manganésifère de tous.

**Profondeur et production des principales mines de fer
de la Suède, avec la teneur en soufre et en phosphore de leurs minerais,
d'après le professeur Nordenström.**

NOMS DES MINES.	Profondeur maxima en 1895.	Production en tonnes métriques			Teneur en phosphore.	Teneur en soufre.
		1895	1896	1897		
Gellivara		624.709	604.357	623.110	0,010 à 3,0	—
Grängesberg	265 m.	476.327	639.267	652.977	0,070 à 1,5	traces à 0,013
Norberg	200	134.072	127.980	137.897	0,018	0,008 à 0,052
Dannemora	258	45.598	49.214	46.890	0,002	0,002 à 0,023
Striberg	271	40.011	35.553	35.977	0,030	0,002 à 0,023
Persberg	261	27.096	27.100	32.041	0,001 à 0,013	0,014 à 0,020
Stripa	178	29.500	30.000	30.000	0,008	0,002
Sköttgrufvan	106	22.122	21.336	28.190	—	—
Dalkarlsberg	330	22.680	24.880	25.440	—	traces
Kantorp	94	12.787	13.174	15.184	0,007 à 0,030	0,018 à 0,025
Lekomberg	—	—	5.063	14.216	—	—
Björnberg	173	13.502	12.592	11.600	—	—
Vintjärn	98	15.693	15.743	13.210	—	—
Pershyttan	115	13.805	14.213	12.250	0,010 à 0,019	traces à 0,047
Finnmossen	192	15.709	16.388	15.334	0,010	traces
Rishöjberg	65	16.274	15.224	15.695	0,004	0,034
Stälberg	140	13.383	15.692	18.229	0,009	0,044
Ingelshyttan	136	15.065	14.574	13.981	0,023	0,030
Bispberg	237	12.509	13.071	12.040	0,005	0,006
Stortägrufvorna	116	17.161	15.666	11.187	—	—
Autres mines	67 à 355	353.782	326.015	320.671	faible	—
Total pour la Suède.		1.901.971	2.038.094	2.086.119		

Analyses de quelques minerais de fer suédois d'après le professeur Nordenström.

NOMS	Fe ₂ O ₃	Fe ₃ O ₄	FeO	MnO	MgO	CaO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	S	Cu	Fe	P
Bispberg	2.30	95.41	—	0.35	0.79	1.40	0.11	0.40	0.010	0.006	Cu traces	70.7	0,0045
Dannemora (nord) .	—	65.86	1.43	0.89	4.34	7.62	1.08	15.32	0.002	0.171	—	48.80	0.001
Grängesberg (nord)	64.16	24.77	—	0.08	0.51	3.06	1.80	3.38	2.04	traces	—	62.85	0.89
Lomberg	78.20	—	—	0.33	0.43	0.84	2.20	18.30	0.183	0.04	—	54.70	0.08
Routivara	33.43	—	34.58	0.45	3.89	0.65	6.40	4.08	0.016	—	{TiO ₂ 14.25 Cr ₂ (O ₃) ₃ 0.20 K ₂ O, Na ₂ O 0.14	50.27	0.007
Svartberg	—	56.90	—	18.42	1.64	2.34	3.06	9.26	0.024	1.34	{Zn 0.44 Pb 0.25	41.20	0.011
Svartvik	44.03	—	23.55	2.55	4.40	7.74	1.64	7.78	0.013	0.011	—	49.14	0.006
Taberg (Smaland).	—	43.45	—	0.40	18.30	1.65	5.55	21.25	0.027	0.013	{Cu 0.02 TiO ₂ 6.30	31.65	0.056
Taberg (Vermland) .	—	74.84	—	0.14	6.08	4.04	0.40	14.40	0.019	—	—	54.36	0.008
Vigelsbo	—	74.49	0.84	0.37	4.18	4.30	2.30	12.50	0.016	0.055	—	54.59	0.007

Comme complément indispensable des minerais, la Suède possède des calcaires excellents. Celui de Njängsbrottet, employé par les usines d'Hofors, a la composition suivante :

Chaux	54,60
Magnésie	0,42
Alumine et oxyde de fer .	1,54
Silice	1,65
Acide phosphorique . .	0,005 (P = 0,002)

Les procédés d'exploitation des mines suédoises se perfectionnent de plus en plus, comme l'indiquent l'emploi des perforatrices à air comprimé (Dannemora) et des séparateurs électromagnétiques (Dannemora, Grängesberg et Gellivara). Certaines mines sont même à la tête du progrès. C'est ainsi qu'à Gellivara, tout, depuis l'éclairage jusqu'à l'épuisement et l'extraction, se fait par des électromoteurs à courant continu, recevant l'énergie d'une génératrice mue par un moteur à vapeur de 360 chevaux, et donnant 500 volts et 460 ampères.

Il y a actuellement en Suède 338 mines en activité qui ont extrait plus de deux millions de tonnes en 1897 (voir page 22). Les deux gisements de Gellivara et de Grängesberg ont fourni ensemble 1.276.000 tonnes, soit près des deux tiers de la production totale. Or, presque toutes les mines de Grängesberg donnent du minerai phosphoreux. Il en est de même pour une partie des mines de Gellivara. Sans doute un bon nombre de mines anciennes ne sont pas près de disparaître. C'est ainsi que les propriétaires de Dannemora, qui réservent tout le minerai pour leurs propres forges, déclarent que la partie du gîte reconnue, en exploitation depuis plus de quatre siècles, suffira encore pour leurs descendants jusqu'à la quatrième génération. Il n'en est pas moins vrai que la prédominance des minerais

phosphoreux ne fera que croître, grâce à l'épuisement progressif des mines du Sud et au développement inévitable des mines du Nord, particulièrement du gisement phosphoreux de Kiiruanavaara.

Combustibles.

Nous ne citerons que pour mémoire la tourbe, qui couvre plusieurs millions d'hectares, et les quelques minces couches de houille, dont l'épaisseur totale ne dépasse pas 1^m.50, qu'on trouve à la base des assises jurassiques et rhétiques en quelques endroits, notamment à Bjuf, aux environs d'Helsingborg, en Skanie. Le seul combustible convenable à la sidérurgie est le combustible végétal fourni par les forêts de pins qui couvrent presque tout le pays. Les grandes forges possèdent, au lieu de mines de charbon, des milliers d'hectares de forêts.

Le transport en forêt ne peut guère se pratiquer qu'en hiver, par traîneaux.

En jetant les yeux sur une carte du pays, on est frappé du nombre de cours d'eau qui descendent des monts Scandinaves à la Baltique et au golfe de Bothnie. Ces fleuves donnent en cours de route de nombreuses chutes d'eau et permettent d'amener par flottage le bois aux grandes scieries, généralement installées à l'embouchure des rivières, sur les lacs ou sur le littoral. A ces ateliers, d'une installation mécanique perfectionnée, sont annexés des fours groupés en massifs, où la calcination des déchets se fait par un procédé continu et où les produits de la distillation sont judicieusement condensés.

Le charbon passe aux usines. Les manipulations et le transport de cette matière volumineuse, encombrante, extrêmement friable et donnant conséquemment un déchet qui peut être évalué à 20 p. c., la nécessité d'un dépôt énorme pour obvier à l'irrégularité de l'exploitation, et couvert pour

obvier à la propriété hygroscopique de ce combustible poreux, ne sont pas les moindres difficultés avec lesquelles les maîtres de forges sont aux prises. La cherté du combustible employé pour la force motrice en est une autre. Heureusement les forces naturelles abondent. On les utilise de plus en plus, en rapprochant les forges des cours d'eau, ou en y amenant l'énergie gratuite par des transports de force électrique, dont un certain nombre fonctionnent depuis peu. Mais les forges les mieux partagées sont celles où sont groupés tout à la fois, près de la chute puissante qui fait marcher les engins, la scierie, les fours de calcination et les forges elles-mêmes. Domnarfvét en est actuellement un exemple, mais on va être forcé d'y faire appel à une source de puissance plus éloignée pour pouvoir s'agrandir, Il y a là un modèle dont les grandes sociétés métallurgiques suédoises auront à se rapprocher de plus en plus pour se trouver dans de bonnes conditions vitales. Celles qui ne se restreignent pas à la production des fers extra devront aussi, suivant encore en cela la voie tracée par Domnarfvét, porter la hauteur de leurs hauts-fourneaux et le diamètre aux tuyères respectivement à 18 mètres et à 2 mètres, pour diminuer les frais généraux, y souffler le vent à 800 degrés pour réduire la consommation de combustible et, négligeant d'ailleurs les avantages de l'air froid pour les fontes destinées aux foyers d'affinerie, porter la production à 45 tonnes par jour. L'allure, avec l'emploi de l'air chaud, se rapproche beaucoup de celle des hauts-fourneaux au coke, comme le montrent les analyses suivantes des laitiers de Domnarfvét:

	Laitier de fonte Bessemer.	Laitier de fonte Thomas.
Silice	44,11	37,35
Alumine	4,32	6,38
Chaux	28,12	43,18
Magnésie	19,38	8,53
Oxyde ferreux.	0,78	0,89
Oxyde manganoux	3,18	1,86
Acide phosphorique	0,011 (P = 0,005)	0,825 (P = 0,372)

Les forges.

Un examen sommaire de la sidérurgie actuelle sur cette vieille terre classique du fer pourrait conduire à des déductions peu flatteuses pour les maîtres de forges du Nord. Partant de cette constatation, étrange au premier abord, qu'une grande partie de la fonte produite dans le pays est convertie en fer aux bas-foyers, par les procédés démodés qui florissaient dans les autres contrées il y a un demi-siècle et qu'on n'y trouve plus aujourd'hui, on se demande comment cet archaïsme coûteux peut se perpétuer, même dans de grandes usines comme Iggesund et Bofors, à côté des convertisseurs Bessemer et des fours Siemens-Martin. Un tel conservatisme est bien fait pour surprendre.

Pourquoi, serait-on tenté de se demander, n'avoir pas aussi conservé les foyers catalans primitifs qui extrayaient directement le fer ductile du minerai, ces fameux fours à *osmunds*, dont on pouvait voir encore fonctionner une dizaine dans un pays voisin, la Finlande, en 1875 ?

Hâtons-nous de le dire, ce n'est pas pour faire de la Scandinavie un musée archéologique à l'usage des métallurgistes que le bas-foyer a été maintenu. Son emploi s'impose. On va en être convaincu. Et d'abord mettons sous les yeux du lecteur l'analyse de la fonte de Dannemora :

P	0,014 à 0,019
S	0,005 à 0,010
Si	0,20 à 0,60
Mn	0,60 à 0,80

Cette fonte, soufflée à l'air froid — ce qui explique sa faible teneur en silicium — est obtenue avec un mélange des minerais fameux de Dannemora, de Vigelsbo, de Johannisberg, etc. et destinée à l'exportation ou à un affinage local qui peut donner un fer dont voici une analyse :

P	0,006 à 0,010
S	0,001 à 0,006
Si	0,02 à 0,03
Mn	0,10 à 0,12

Mais quel four employer pour obtenir un fer de cette pureté? Ce n'est pas le *puddling*, trop mal servi par les gazogènes, conséquemment, non viable dans un pays dépourvu de combustible minéral; les cendres emportées par les flammes suffiraient d'ailleurs à souiller le métal. Ce n'est pas le convertisseur ou le four Siemens travaillant par le procédé basique. On ne peut pratiquement y pousser l'épuration à ce point.

Le bas-foyer seul, avec son combustible d'une pureté absolue, avec la scorie affinante riche en oxyde métallique qui, dès le début de l'opération, travaille à l'oxydation du phosphore et à la dissolution du soufre, peut conduire à ce résultat. Et une fois en si bon chemin, pourquoi ne pas pousser jusqu'au bout? Se contentera-t-on des procédés relativement économiques de la Franche-Comté et du Lancashire, où la charge atteint 90 kilogrammes et où l'affinage se fait au vent chauffé à 100 degrés par les flammes perdues du four lui-même, avec une consommation de 2 kilogrammes de charbon par kilogramme de fer étiré. Non, à côté des fours comtois ou anglais, on travaille par le procédé wallon, dans des bas-foyers de même capacité, des charges beaucoup plus faibles (environ 50 kilogrammes) avec une consommation de 3 kilogrammes de charbon par kilogramme de barre étirée et conséquemment, malgré le soufflage au vent froid, à une température beaucoup plus élevée, qui permet de maintenir liquide la scorie bien plus basique, donc plus déphosphorante mais moins fusible, résultant de l'addition de battitures de fer.

C'est ainsi que l'on obtient ce fer tellement pur qu'on pourrait presque le considérer comme un métal précieux :

P	0,004 à 0,006
S	traces à 0,005
Si	0,02 à 0,03
Mn	0,08 à 0,10

Le fer obtenu au bas-foyer, et surtout celui qui sort du four wallon, grâce à sa pureté et à la facilité avec laquelle il diffuse en lui-même, dans les caisses de cémentation, le carbone des nodules aciéreux qu'il contient, est le meilleur fer pour la fabrication des aciers cimentés à refondre au creuset. On comprend ici l'expression *fer à tendance acie-reuse*, qu'on a appliquée d'abord au métal sorti des bas-foyers, et dont on a fait ensuite un abus absolument injustifié.

L'acier cimenté provenant des fers ainsi obtenus supporte sans altération des réchauffages réitérés. On conçoit que le prix de vente, pour un métal ainsi doué, réservé d'ailleurs à des usages spéciaux, puisse être de considération tout à fait secondaire.

La Suède convertit ses fontes pures en fer extra jusqu'à concurrence de la demande étrangère, fournie en grande partie par les fabricants de Sheffield.

Une autre partie est vendue au dehors comme telle.

L'excédent des minerais purs est mélangé à d'autres pour donner des fontes destinées au convertisseur et au four à sole. Celui-ci, opérant par le procédé au minerai, se répand beaucoup.

Pourtant, les grandes forges possèdent le plus souvent des forces naturelles et s'en fourniront de plus en plus ; et cela semble convenir au machinisme puissant et compliqué des installations Bessemer. Mais, d'autre part, les minerais purs fournissent une excellente matière d'addition pour

l'ore process, et le four à sole se prête mieux à des fabrications délicates, seul débouché possible pour un pays dépourvu de charbon minéral et qui ne peut prétendre, à cause de cela, à concourir pour la fabrication des marchandises pondéreuses, comme les rails de chemins de fer, les poutrelles, etc., avec les usines anglaises, allemandes et belges. Aussi la production du four à sole dépasse-t-elle celle du convertisseur depuis 1894,

L'acier des fours Siemens est souvent converti en moulages. A Bofors et à Finspong, on coule directement des tubes à canons par le procédé de Terrenoire, qui trouvera ici un vaste champ à exploiter. La nature toute spéciale des fontes Bessemer suédoises se prête d'ailleurs particulièrement bien au moulage, même quand elles sont décarburées au convertisseur. L'analyse suivante est celle d'une fonte d'Hofors :

Carbone combiné	1,13
Graphite	3,23
Manganèse	2,98
Silicium	0,95
Phosphore	0,019
Soufre	traces.

On remarquera que le fort pourcentage en manganèse et la faible teneur en silicium sont favorables au traitement. Le produit de l'affinage est moins riche en oxyde et n'exige qu'une faible addition, souvent apportée d'ailleurs par la même fonte que celle de la charge. Le soufflage s'est produit à température relativement basse, à cause du peu de silicium présent. Aussi coule-t-on l'acier sans passer par l'intermédiaire d'une poche de recette. Tous les convertisseurs suédois sont munis d'une poche spéciale, la poche Casperson, qui s'adapte au bec du convertisseur et porte le trou de coulée à tampon par où le métal passe directement

aux lingotières. Les soufflures sont ainsi plus efficacement évitées. L'installation se trouve d'ailleurs grandement simplifiée par la suppression de la grue de coulée. Les lingotières, portées sur un chariot, viennent passer successivement sous le stoupa de la poche Casperson.

La Suède est peut-être, de tous les pays producteurs du fer, celui qui fut le plus influencé par les grandes découvertes de la sidérurgie.

Jusqu'en 1730, date à laquelle elle produisait deux fois plus de fer que la Grande-Bretagne, le procédé à *osmunds*, en décroissance continuelle, malgré une consommation de charbon quatre à cinq fois plus forte que celle du haut-fourneau combiné avec le bas-foyer du Lancashire, et presque sept fois plus forte que celle du haut-fourneau combiné avec le convertisseur, a pu exister concurremment avec le haut-fourneau et l'affinage allemand. Quelques foyers catalans ont même persisté jusqu'au commencement du XIX^e siècle, grâce aux minerais purs des lacs, au bois à vil prix et à l'existence de forces hydrauliques gratuites.

L'année 1735 marque le point précis à partir duquel la production de la Grande-Bretagne s'est développée sans interruption, pour atteindre la production suédoise en 1780 et la dépasser bientôt.

C'est en 1735, en effet, que Darby introduisit l'emploi du coke dans les hauts-fourneaux anglais. Mais la conséquence immédiate de sa substitution au charbon de bois fut la nécessité d'une allure chaude qui permit d'éliminer le soufre apporté par le nouveau combustible. Du même coup, le métal devint plus silicieux, et dut subir un mazéage spécial avant d'être livré aux affineries.

Cela était de nature à enrayer le développement des districts charbonniers. Toutefois, l'invention du puddlage par Cort, en 1784, modifia déjà un peu ces conditions. En 1790 la production de la Grande-Bretagne dépassait celle

de la Scandinavie. Bientôt après, d'autres pays houillers profitèrent du nouvel état de choses.

Mais c'est à partir de 1820, grâce au remplacement de la sole en sable par la sole en fonte à garnissage basique, imaginée par Roger, et à la suppression du mazéage préalable qui en résulte, que le procédé au coke, perfectionné encore par le soufflage à l'air chaud, introduit par Neilson en 1828, l'emporta décidément sur le procédé au charbon de bois.

A ce moment, la sidérurgie suédoise fut véritablement frappée au cœur. Elle se trouva mise, en effet, dans l'impossibilité de lutter pour les fers ordinaires. Il ne lui restait qu'un parti à prendre, se cantonner dans la production d'un fer extra pur, homogène, résistant à chaud comme à froid. C'est ce qu'elle fit. L'affinage allemand ne permettait pas la réalisation de ce desideratum. Le procédé wallon avait été importé par des ouvriers belges recrutés par Louis de Gers, à la fin du xvii^e siècle. — Pour le dire en passant, ces émigrants ce sont fixés là-bas et y ont fait souche. Une oreille belge est agréablement surprise en entendant, à Dannemora, des noms comme Dubois, Baudoux, Gauffin, Bouvin, les deux derniers à peine altérés et où l'on retrouve aisément les Goffin et les Boulvin qui, comme les deux premiers, sont très répandus dans notre bassin de Charleroi. — Mais le bas-foyer wallon avait les deux défauts de consommer trop de charbon et de donner un fer peu homogène, quoique très pur et tout à fait hors de pair pour la fabrication de l'acier cémenté.

Aussi les forges scandinaves traversèrent-elles une crise sérieuse. Les exportations diminuèrent de plus en plus jusqu'en 1840, époque à laquelle le procédé du Lancashire, avec le concours du four à réchauffer Eckman, fut implanté et permit d'obtenir, par une diminution de charbon consommé à l'affinerie et un travail plus parfait des loupes

réchauffées au four Eckman, un fer moins cher et plus homogène, quoique un peu moins pur que le fer wallon. Le grillage des minerais un peu sulfureux, reconnu d'ailleurs dès 1820 comme une nécessité pour arriver au but poursuivi, était fait dans un four fort bien étudié.

Le procédé du Lancashire eut un demi-siècle de prospérité (de 1840 à 1890). En 1855, avait surgi l'acier Bessemer et 10 ans plus tard l'acier Martin-Siemens; mais, bien que les minerais suédois convinssent tout particulièrement à ces nouveaux venus, les mêmes raisons indiquées plus haut, à savoir l'absence de houille et l'impossibilité de produire économiquement les marques ordinaires, s'opposaient ici à leur développement rapide; et cela d'autant plus que d'autres puissants gisements de minerais purs bien situés, comme celui de Somorostro, faisaient l'objet d'une exploitation très active. Toutefois, G. Güransson avait appliqué le procédé Bessemer dès 1858. C'est même, comme on sait, grâce à la composition spéciale des fontes suédoises, peu silicieuses et passablement manganésées, et à la ténacité de Güransson et de ses collaborateurs, que l'affinage pneumatique ne végéta pas bien des années avant de trouver sa voie. Mais le bas-foyer devait conserver longtemps la prédominance.

La Suède pouvait d'ailleurs espérer se trouver un jour, après l'épuisement des gîtes purs, en état de prendre sa revanche, lorsqu'une nouvelle découverte vint briser cet espoir. L'invention de Thomas et Gilchrist, c'était, renouvelé à un demi-siècle de distance, le coup porté aux forges scandinaves par le revêtement basique du *puddling*. Et ce nouveau coup était d'autant plus sensible que la cornue à revêtement basique produisait facilement un métal doux, rival redoutable pour le fer de Suède. Aussi le marché étranger se réduit-il de plus en plus relativement. Nous disons relativement, car la Suède voit toujours sa production augmenter, mais c'est grâce aux besoins toujours croissants

au dehors, de fers de qualité, et au développement de son marché intérieur.

Aussi le procédé du Lancashire n'est-il dépassé en production qu'en 1895 par les nouveaux venus. Toutefois ceux-ci se développent, le four Martin-Siemens surtout. Car le génie des maîtres de forges du Nord, qui a su se tirer de tant de mauvais pas, saura s'accommoder de la situation nouvelle et se servir même des armes qu'on a tournées contre lui. De même qu'il a coulé directement ses canons de fonte jusqu'en 1868, ainsi le four Siemens lui donne un acier qu'il transforme directement en moulages; la qualité extra de sa matière première lui permettant d'arriver ainsi à réduire la consommation de charbon et le déchet. Au surplus, il ne négligera rien de ce qui peut réduire son infériorité. C'est ainsi qu'il exploitera ses forêts d'une façon plus économique, qu'il en tirera, pour les exporter, des matériaux de construction, qu'il fera de la pâte à papier avec les pièces de second choix et ne réservera pour la métallurgie que les parties défectueuses. Celles-ci, carbonisées dans des fours économiques, iront condenser tous leurs produits volatils.

Il placera ses forges et ses scieries à proximité des cours d'eau et appellera à son secours, s'il le faut, les transports électriques pour actionner ses souffleries, ses pompes, ses laminoirs, ses engins de toute sorte.

Tout cela est réalisé aujourd'hui par plusieurs grandes sociétés. Aux usines de Domnarfvét, on peut voir tous les perfectionnements signalés ici. Les forges sont mues entièrement par 24 turbines. Chaque soufflerie, chaque machine de laminoir, est actionnée directement par son moteur hydraulique, tandis que les petits moteurs électriques donnent la force aux engins de moindre importance. Un laminoir, qui sera desservi par un électromoteur, y est en construction. On y étudie un transport de force électrique

qui amènera, pour les ajouter aux 7000 chevaux-vapeur produits par les turbines, les deux mille chevaux fournis par une chute distante de 5 kilomètres. Comme réserve, Domnarfvet possède dans le voisinage 3 chutes non utilisées et pouvant donner ensemble 40.000 chevaux-vapeur.

A l'usine d'Hofors, une partie de la force motrice est fournie par un conduit en bois cerclé de fer, donnant une chute de 30 mètres et de 1500 chevaux-vapeur, actionnant les turbines. Le reste est fourni par l'utilisation d'une autre chute de 33 mètres, situées à 2 1/2 kilomètres, créée aussi par un canal tubulaire de 2^m.50 de diamètre. Le transport des 1400 chevaux disponibles se fait par un système électrique comprenant 6 génératrices calées directement sur l'arbre des turbines, et 4 lignes qui les relient aux réceptrices actionnant les trains. C'est la première application du transport électrique aux laminoirs. Elle mérite une courte description.

Deux des turbines, que nous désignerons par les lettres A, A', ont chacune deux roues motrices, disposées sur un même arbre et dont on peut faire fonctionner l'une ou l'autre à volonté, de façon à obtenir soit 300 chevaux-vapeur à 480 tours, soit 200 chevaux à 320 tours. Les autres turbines sont à une seule roue motrice ; deux d'entre elles, que nous désignerons par les lettres B, B', donnent chacune 300 chevaux à 480 tours. La 5^e, que nous nommerons C, donne 150 chevaux à 515 tours ; et la 6^e, que nous désignerons par la lettre D, 40 chevaux à 720 tours. Les 5 turbines A, A', B, B' et C, actionnent chacune un alternateur à courant triphasé ; la turbine D deux dynamos à courant continu. Toutes ces dynamos ont été construites par la « Almänna Svenska Electriska Aktiebolag » de Westéras ; les moteurs hydrauliques par « Qvist et Gjers » d'Arboga.

Les 4 génératrices alternatives correspondant aux 4 turbines sont à 4 pôles ; elles donnent 900 volts maximum. Les

noyaux d'électros sont en fonte et fixes, l'armature rotative, en fer feuilleté, a 950 millimètres de diamètre et 720 millimètres de longueur. La fréquence, remarquablement basse, y est de 16. L'énergie consommée pour l'excitation est de 2,7 kwatts. Chacun de ces quatre alternateurs pèse 19 tonnes.

L'alternateur correspondant à la turbine C est à 14 pôles ; il donne 900 volts avec une fréquence de 60. Son armature a 750 millimètres de diamètre et 530 millimètres de longueur. L'excitation prend 1,5 kwatt. La plus petite turbine D actionne 2 dynamos à courant continu, couplées sur le même arbre, qui fournissent l'excitation aux 5 alternateurs, ainsi que l'éclairage à l'usine électrique et à quelques habitations privées. Le tableau des connexions comprend, pour chaque alternateur, 3 fils fusibles, 3 coupe-circuits, un ampèremètre et un rhéostat régulateur de champ magnétique. Trois grandes génératrices sont connectées à 3 des lignes à 3 fils ; la quatrième sert de machine de secours. La quatrième ligne à 3 fils est connectée à l'alternateur de 150 chevaux. Chacune des deux excitatrices peut fournir seule le courant d'excitation à tous les alternateurs simultanément.

La ligne complète, portée sur des poteaux à 3 doubles bras, comprend 9 fils de cuivre de 9 millimètres de diamètre pour les grands alternateurs et 3 fils de 5,5 millimètres de diamètre pour l'alternateur de 150 chevaux. L'usine électrique est de plus reliée à la forge par des fils téléphoniques.

A la forge, sont installés quatre électromoteurs de 200 chevaux pour actionner les trains, un pour le train moyen, deux pour les trains serpenteurs et un pour le petit train.

Chaque électromoteur est desservi par sa génératrice indépendamment des autres, de telle sorte que trois peuvent marcher à la fois à pleine charge. Ce sont des moteurs

asynchrones à 4 pôles, à armature en cage d'écureuil de 894 millimètres de diamètre et 740 millimètres de longueur. La mise en marche de chaque moteur est faite à l'usine productrice de la manière suivante : la génératrice étant connectée avec son moteur, le courant excitateur est lancé dans les électros, et les vannes de la turbine sont ouvertes. De cette façon, la génératrice et le moteur se mettent en marche simultanément. Quand la mise en train est ainsi obtenue, le moteur développe son couple maximum sans qu'on fasse usage de résistances.

Outre ces 4 moteurs de 200 chevaux, 13 autres moteurs plus petits, d'une force totale de 210 chevaux, répartis en différents points, sont actionnés par la génératrice de 150 chevaux. Les plus forts sont alimentés directement par la ligne, les petits par l'intermédiaire de transformateurs. Quelques-uns des petits moteurs sont, comme les plus grands, à armature fermée en court circuit ; les autres sont munis des résistances à contact glissant habituelles, que l'on introduit au moment de la mise en train pour diminuer la réaction d'induit. Ce transport donne un rendement industriel de 72 à 75 % suivant le nombre de tours des turbines. Il fonctionne depuis deux ans, donne entière satisfaction et fait grand honneur aux constructeurs.

Production de la Suède en fonte, fer et acier pendant l'année 1897, d'après M. Ackerman.

	Tonnes.
Minerai de fer	2.087.166
Fonte (exclusivement au bois)	538.197
Fer en massiaux provenant de l'affinage de la fonte dans les bas foyers au bois	189.632
Lingots et moulages d'acier Bessemer.	107.679
— — — — — Martin	165.836
— — — — — au creuset	671
Acier de cémentation	922
Fer et acier en barres	155.991
Clous, verge de tréfilerie et feuillard de fer et d'acier.	98.519
Autres fers et aciers spéciaux	7.840
Tôles (non comprises les tôles minces)	16.367
Blooms et billettes	16.264

Il y a eu, en Suède, pendant l'année 1897, 144 hauts-fourneaux à feu produisant chacun, en moyenne, 13,07 tonnes de fonte par jour.

Chaque haut fourneau a marché, en moyenne, 286 jours.

Tableau des exportations de la Suède

durant la période 1833 à 1897, d'après M. ACKERMAN.

ANNÉE	Production en fer et acier forgés ou fondus en tonnes.	Exportation totale en tonnes.	Exportation p. cent de matière produite.
1833	67.795	60.039	85,56
1840	87.547	75.097	85,78
1850	96.890	81.715	84,34
1860	137.201	102.544	74,74
1870	205.986	163.112	79,19
1880	256.965	192.274	74,82
1890	361.502	225.249	62,31
1895	385.305	220.163	57,14
1896	444.817	235.630	52,97
1897	463.147	209.756	45,29

On a pu voir, par le court historique que l'on vient de lire, avec quelle ténacité les maîtres de forges de la Scandinavie ont lutté contre les assauts de toute sorte livrés à leur industrie par les pays étrangers, avec quel tact ils ont su trouver un remède à chaque blessure qui leur était faite. Nous ne résistons pas au désir de montrer, par quelques exemples, avec quel esprit de suite ces deux qualités ont été déployées depuis des siècles.

Le lecteur trouvera peut-être étrange qu'une race aussi

bien douée n'ait trouvé aucune des grandes découvertes qui ont révolutionné la sidérurgie. La réponse à cette réflexion est facile : toutes les inventions de la sidérurgie ont été des armes pour ses concurrents. Non seulement la Suède, avec ses forêts et ses minerais purs, mais sans combustible minéral, n'avait que faire de ces découvertes, mais les eût-elle faites que son intérêt eût été de ne pas les divulguer. On ne peut donc s'étonner qu'elles soient venues d'ailleurs. En revanche, elle a su en tirer parti, quand il le fallait, en les adaptant à ses conditions propres.

A l'heure qu'il est, un nouveau coup est près de l'atteindre et, comme toujours, il vient du dehors. L'utilisation des gaz du haut-fourneau dans les moteurs à gaz pauvres, dont l'expérimentation et la démonstration viennent d'être faites par la Société Cockerill ⁽¹⁾, et qui, on n'en peut douter, entrera prochainement dans la pratique, frappera la métallurgie scandinave dans un de ses derniers retranchements. La supériorité que lui donnent ses forces naturelles va faiblir, et, tandis que les autres districts sidérurgiques surtout ceux qui, comme le Grand-Duché de Luxembourg, font venir leur charbon du dehors, profiteront de l'importante découverte, elle devra s'ingénier à conjurer ce dernier assaut. Elle y arrivera, qu'on en soit assuré. Son passé répond de son avenir. Les trois historiques suivants, choisis dans des ordres de choses assez différents, sont à méditer.

Le Jernkontor.

A l'inverse des peuples du Midi, ceux du Nord paraissent avoir l'instinct de l'association et de la mutualité. Les mines de l'Espagne, particulièrement celles de la Sierra Almagrera, ont, comme on sait, été gâchées par d'innombrables aventuriers, livrés chacun à ses propres forces. Il

(1) Voir *Annales des Mines de Belgique*, t. II, p. 233.

est intéressant de mettre en regard l'association des maîtres de forges suédois et les résultats qu'elle a produits.

Jernkontoret (littéralement le comptoir du fer) a été fondé en 1748 par M. Bachmansson, anobli par la suite et connu dès lors sous le nom de baron Nordencrantz. Le but du fondateur était d'assister financièrement les maîtres de forges de son pays dans les temps de crise. On verra, par l'historique de la *Storra Kopparberg C^{ie}*, quel degré de puissance et de richesse ont atteint certaines industries de la Scandinavie au xvi^e et au xvii^e siècle. Mais bien des causes, dont la plus importante fut la politique aventureuse de Charles XII, firent sentir cruellement leurs effets sur les forges durant tout le xviii^e siècle. Au moment où le *Jernkontor* fut fondé, un bon nombre de fabricants étaient à la merci de leurs clients, qui en profitaient pour déprécier de plus en plus le prix du fer suédois.

Le capital du *Jernkontor* fut constitué par un prêt du Parlement auquel s'ajoutèrent annuellement environ 30.000 couronnes provenant des versements proportionnels à la production de chacune, effectués par les firmes faisant partie de l'association. Chaque membre pouvait hypothéquer de la marchandise à la banque de l'État et le *Jernkontor*, rembourser l'intérêt de 4 % au propriétaire, qui pouvait ainsi tenir les 7/8 de la valeur de la marchandise, jusqu'à ce qu'on lui fit une offre convenable. De plus, l'association pouvait acheter du fer dans certains moments, afin d'empêcher l'encombrement du marché et la dépréciation du métal qui en eût été la conséquence. Le comptoir, administré par un conseil de 5 membres ordinaires et 5 extraordinaires, a pu épargner ainsi bien des mauvais pas à certains de ses membres et à l'industrie du fer elle-même. Au début de l'année 1898, les fonds dont disposait le *Jernkontor*, constamment accrus, s'élevaient à près de 6 millions de couronnes.

L'association ne s'est pas contentée d'agir par des moyens financiers, elle a su évoluer au moment opportun. Un progrès technique s'impose-t-il, elle se hâte d'intervenir. Persuadée de la nécessité de ne travailler que des minerais très purs, surtout peu sulfureux, elle fait étudier un four de grillage qui se répand dès 1820 et est chauffé au gaz à partir de 1840. Plus tard, elle sait aussi donner à la science l'importance qui lui revient. Dans les règlements en usage, sanctionnés par le roi Oscar en 1894, on lit que le principal objet de l'institution est d'encourager l'industrie du fer en Suède, partie au moyen de prêts aux propriétaires des forges, partie au moyen de subventions accordées à l'enseignement, à des recherches ou à des découvertes scientifiques.

Actuellement, l'industrie des forges est dans des conditions telles que la seule sphère d'utilité du comptoir est le perfectionnement de l'éducation technique. C'est ainsi qu'elle entretient à ses frais les écoles des mines de Falun et de Filipstad et qu'elle alloue un subside annuel à celle de Stockholm, bel exemple qu'on voudrait voir suivi en d'autres pays. Le *Jernkontor* publie d'ailleurs une revue technique très estimée, *Jernkontoret's Annalen*. Ayant commencé à paraître en 1817, elle est certainement une des plus anciennes de son espèce. Enfin la médaille d'or du *Jernkontor*, une distinction très recherchée, n'est donnée qu'à ceux qui ont contribué d'une façon marquante à perfectionner ou à développer l'industrie du fer.

La Storra Kopparbergs Bergslags Aktiebolags.

C'est la plus ancienne société industrielle de la Suède et peut-être du monde. Son origine remonte aux premières années du XIII^e siècle. Elle conserve dans ses archives un acte de vente sur parchemin, délivré par l'évêque Peter

Elofsson le 16 juin 1288 et qui a rapport au huitième des mines de cuivre de Falun, dont l'exploitation, au début, était le seul objet de la compagnie; on y voit aussi une charte signée par le roi Magnus Smek le 24 février 1347, qui est une confirmation de ses droits et privilèges.

Les ouvriers s'étaient groupés de bonne heure en une corporation curieuse, la "*Sancti Göran's Guild*" qui était une véritable société d'assistance mutuelle, et au sein de laquelle fonctionnait un tribunal pour délibérer sur toutes questions se rapportant aux mines. Cette cour a fonctionné jusque 1850. Le principal revenu de la Couronne était fourni par la taxe proportionnelle payée par la mine de Falun, appelée par Gustave-Adolphe le trésor de la Suède.

Au moyen âge, les rois de Suède pouvaient faire des emprunts, même à l'étranger, sur la garantie des mines de Falun. La *Storra Kopparberg* battait monnaie pour l'État suédois et pour son propre compte, et il n'est certes pas étonnant qu'elle ait été investie de certains privilèges, comme celui-là et bien d'autres.

Dès 1750, des réformes importantes avaient été apportées dans le grillage du minerai et l'utilisation de certains sous-produits, comme le vitriol bleu, l'oxyde rouge qui a servi et sert encore aujourd'hui à peindre les maisons de bois dans tout le pays.

La compagnie a songé en temps à utiliser ses forêts. Dès le xvii^e siècle, elle créait des scieries; elle s'adjoignait des forges dès le xviii^e. Si bien que, à l'heure présente, où la mine de Falun, épuisée, ne vit plus que du traitement des quartz aurifères, la *Storra Kopparberg* est en possession de 300.000 hectares de forêts le long de la Dâla et de ses affluents, de la plus importante scierie du monde, d'une grande papeterie annexée à sa fabrique de pâte à papier de Skutskar, sur le golfe de Bothnie, où la Dâla amène annuellement par flottage 1.500.000 pins, et des grandes

forges de Dommarfvet comprenant 8 fours à calciner le bois avec usine pour les produits de la condensation, 5 hauts-fourneaux avec 6 fours à griller et 7 appareils Cowper, 5 convertisseurs (3 à revêtement acide, 2 à revêtement basique), 4 fours Martin-Siemens (2 à revêtement acide, 2 à revêtement basique), 12 laminoirs pour barres, fers à clous, fil, plats, tôles, etc., une forge pour outils en acier, fers à cheval, etc., et une grande briqueterie. Elle a décidé la construction, à Avarusveden, d'une nouvelle papeterie pour laquelle elle vient d'acheter deux machines américaines, de 107 et 127 pouces, et 18 turbines qui développeront ensemble une force de 12.000 chevaux-vapeur.

Les bois sciés sont transportés en tous pays, les fers et aciers, employés en grande partie en Suède, particulièrement dans la construction des bateaux, ou exportés dans les deux Amériques, dans le sud de l'Afrique et en Australie.

Le plus grand producteur de cuivre est ainsi, par une lente et sage évolution, devenu le plus grand producteur de bois, de fer, de papier; et il n'a pas dit son dernier mot.

La Sandvikens Jernwerks Aktiebolag.

C'est, à l'inverse de la précédente, une compagnie récente. Fondée en 1862 par G. F. Göransson, sous le nom de *Högbo Stal & Jernwerks Aktiebolag*, elle avait pour objet principal la fabrication des bandages en acier, alors monopolisée par les usines Krupp, d'Essen, et par une usine anglaise.

A Sandvik, on battait le lingot coulé sous la forme du bandage à obtenir, mais un peu plus épais, entre une matrice et un mandrin. Le piston devait, en frappant la pièce sur toute sa surface à la fois, l'amincir par la seule compression du métal, qui acquérait toute l'homogénéité

possible. De là, la nécessité de faire usage d'un marteau puissant. Il pesait 15 tonnes. Quelques années plus tard, le procédé par pilonnage à cheval fut introduit. Le gros pilon, devenu inutile et remplacé par un plus léger de 5 tonnes, fut employé au battage des pièces de grosses forges.

On peut voir à Sandvik des bandages de locomotive qui ont roulé durant 10 ans et parcouru plus de 400.000 kilomètres, et des bandages de wagon qui ont roulé 20 ans et parcouru plus de 700.000 kilomètres, les uns et les autres sans avoir repassé au tour.

Le forgeage des tubes à canons, essayé aussi, ne fut pas poursuivi, parce qu'il aurait nécessité une usine de finissage et que la demande en bandages était, entretemps, devenue largement suffisante pour alimenter la forge. A ce moment, la faillite d'un banquier de Stockholm amena la fermeture de l'usine, et M. Göransson constitua en 1868 la nouvelle compagnie, qui est devenue aujourd'hui si prospère.

Durant les dix premières années, les bandages partagèrent le succès avec l'acier à outils et les marteaux à deux mains.

Le vieux bassin Bessemer fut remplacé par une installation plus moderne. Le bandage étant produit un peu partout dès 1880, il s'agit de trouver un autre article d'exportation. Ce sera la lame d'acier pour la fabrication des tubes soudés de chaudières. En même temps, le train à acier pour outils est transformé en train serpenteur; des filières sont installées.

On produit d'abord des fils pour câbles, pour hameçons et pour montures de parapluie. Puis le fil rond à ce dernier usage est remplacé par le fil plat à nervure pour paragon dont Sandvik est aujourd'hui le plus grand producteur en Europe.

Les fils plats étaient devenus une spécialité qui s'étendit

aux ressorts d'horloges et de corsets. Dès 1884, à la demande de la clientèle qui voulait des articles plus larges, on installe un laminoir à froid pour bandes dont la largeur s'est successivement accrue et atteint aujourd'hui 13 pouces.

On peut voir dans la *showing room* une bande de 1300 mètres de long, 0^m.06 de largeur et 1/30 de millimètre d'épaisseur, et une autre bande de très grande longueur aussi, avec 1/50 de millimètre seulement.

Des ateliers pour la trempe et le polissage furent bâtis; on introduisit la fabrication des lames de scie, des rayons de bicyclette, etc.

Une nouvelle halle, avec trois trains pour le laminage des bandes à chaud, fut construite, et l'usine s'outilla bientôt pour la fabrication des blooms creux, demandés par les fabricants de tubes, au lieu des blooms pleins utilisés jusque-là.

L'usine en est là. Comment n'avoir pas foi en une compagnie qui est dirigée avec un tel esprit d'adaptation ?

Conclusion.

Les conclusions de cette courte étude se résument dans les trois points suivants :

1. On peut être rassuré sur l'avenir de la sidérurgie scandinave. Sans pouvoir prétendre à de hautes destinées, elle saura toujours se garder, quoi qu'il arrive.

2. A un point de vue égoïste, les producteurs du continent et de la Grande-Bretagne n'ont rien à redouter des forges suédoises, celles-ci ne pouvant jamais concourir avec eux pour le gros article courant comme le matériel de chemin de fer. Le péril viendra plutôt de l'ouest. Les États-Unis d'Amérique sont à cet égard des concurrents autrement redoutables, qui pourront nous rendre la vie dure d'ici à peu d'années, non seulement en nous prenant nos débouchés

en Amérique, en Australie et en Orient, mais en venant nous faire une sérieuse concurrence sur le marché européen. La *British Iron and Trade Association* et l'*Association des sidérurgistes allemands* se sont émues à l'apparition de ce nouvel ennemi. L'*Association des maîtres de forges de Charleroi*, dans son rapport général sur la situation de l'industrie métallurgique en 1897, constate que, en suite d'une marche ascendante poursuivie sans arrêt depuis quelques années et dont rien ne fait prévoir le ralentissement, la production de la grande république américaine équivaut à 1/13 de l'exportation réunie de la Belgique, de l'Angleterre, de la France et de l'Allemagne. Aussi pousse-t-elle à son tour un cri d'alarme malheureusement trop justifié et dont le *Comité des forges de France* vient d'envoyer l'écho à tous ses membres, dans une circulaire en date du 25 novembre 1898. Mais, répétons-le, rien n'est à craindre du côté du Nord. Il continuera à fournir à ses besoins et à envoyer dans le monde entier, qui en demandera toujours davantage, ses fers de qualité extra; et cela suffira à maintenir ses forges prospères.

3. La Suède est probablement destinée à devenir un grand fournisseur de minerais. Somoroostro sera épuisé dans une quinzaine d'années. Il est peu probable que nous allions alors charger les minerais purs de Gellivara, comme le font déjà quelques usines allemandes et quelques firmes anglaises de l'Est, malgré une importation annuelle de 5.000.000 de tonnes de minerais espagnols.

Bientôt il faudra prendre ailleurs ce contingent qui forme plus des deux tiers de la consommation du Royaume-Uni; et le Cleveland n'y suffira pas. Le Grand-Duché, notre fournisseur à nous, sera épuisé dans 50 ans. La Lorraine, il est vrai, est bonne pour des siècles, mais le rendement des mélanges s'y tient, comme dans le Grand-Duché, entre 29 et 32 p. c.

Qui sait si, les transports maritimes se perfectionnant de plus en plus, nous n'aurons pas avantage plus tard à transporter nos usines à fonte sur le littoral pour y recevoir des mélanges plus riches.

D'ici à quelques années, cinq au plus, la voie ferrée, déjà posée jusqu'à Gellivara, qui doit réunir Lullea, assise sur la rive septentrionale du golfe de Bothnie, à Victoriahafn, en face des îles Loffoden, sur l'Ofoten fjord, sera terminée. Alors, 175 kilomètres de chemin de fer pourront amener à l'Atlantique, dans une baie libre de glace toute l'année grâce au *gulf stream*, les magnétites de Kiirunavaara.

Un jour viendra où le cap Kunnen; cette sentinelle monstrueuse qui paraît surveiller l'embouchure du Vest fjord, verra sortir du large canal naturel, non plus seulement, comme aujourd'hui, les petites barques de pêche avec leurs caractéristiques voiles en trapèze pendant aux mâts comme des bannières, les steamers à cheminées noires cerclées de blanc qui conduisent à Bergen le butin des pêcheries du Nordland et du Finmark, le petit nombre de caboteurs affectés au service des côtes, le *Vesteraalen*, ce coquet et rapide messenger, qui fait en été la poste royale entre Trondjem et Hammerfest, et les quelques bateaux-touristes, poussant au cap Nord, en juin et en juillet, une croisière de plus en plus à la mode, mais encore les lourds bâtiments qui porteront le minerai riche de la Laponie suédoise aux usines anglaises et peut-être aux hauts-fourneaux belges et allemands.

Pour ces derniers, toutefois, la voie la plus courte sera toujours la voie déjà suivie aujourd'hui par les minerais de Gellivara en destination de l'étranger, c'est-à-dire, Gellivara, Lullea, le golfe de Bothnie et la Baltique.

Kiirunavaara est une réserve sur laquelle on peut compter pour prolonger de bien des années l'existence et, espérons-le, la prospérité de la sidérurgie dans l'ouest de l'Europe.
