

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 43 (1917)  
**Heft:** 20

**Artikel:** La houille blanche et la métallurgie  
**Autor:** Flusin, G.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-33187>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 10.01.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

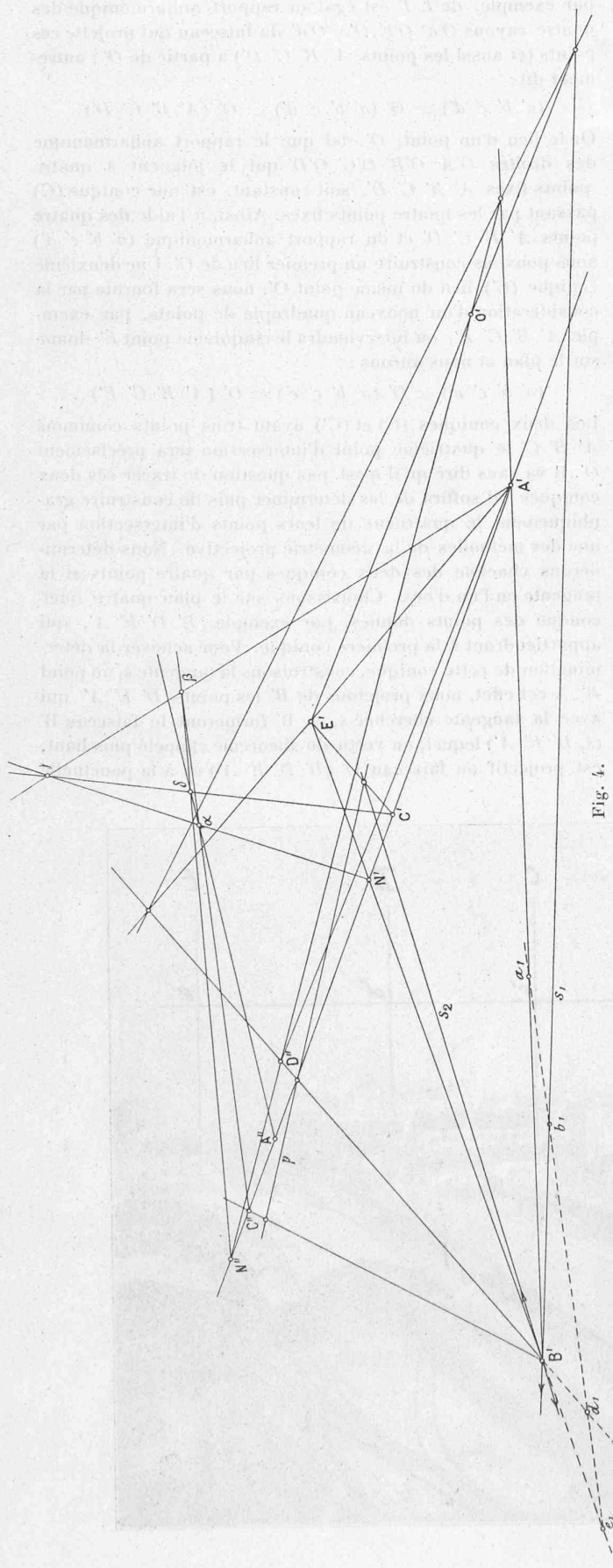


Fig. 4.

$b' d' e' a'$ . Nous relevons ces points  $b' d' e' a'$  sur le bord d'une bande de papier que nous faisons glisser sur notre faisceau de rayons  $B' (D' E' A')$  jusqu'à ce que le point  $d'$  tombe sur le rayon  $B' D'$ , le point  $e'$  sur  $B' E'$ , le point  $a'$  sur  $B' A'$ : à ce moment le point  $b'$  sera sur la tangente  $s_1$  en  $B'$  qu'il ne restera plus qu'à tracer en joignant  $B'$  et  $b'$ . On déterminera de même la deuxième conique, par exemple, par les quatre points  $B' D' E' C'$  et la tangente  $s_2$  en  $B'$ . Ces deux coniques ont les trois points communs  $B' D' E'$ : le quatrième point commun est le point  $O'$  cherché. Pour le trouver nous utilisons le théorème de *Desargues-Sturm*: les coniques circonscrites à un quadrangle (tel que  $O' B' D' E'$ ) déterminent une involution sur une droite quelconque. Supposons, pour la clarté de l'exposé, les deux coniques tracées (fig. 2);  $B' D' E'$  les trois points communs,  $O'$  le quatrième point commun cherché. Nous choisirons comme transversale sur laquelle nous déterminerons l'involution la droite  $A' C'$  qui coupe la première conique en  $A'$  et la deuxième en  $C'$ . Appliquant deux fois le théorème de Pascal, nous construirons les deux autres points d'intersection  $A''$  et  $C''$ . Les deux paires de points  $A' A''$  et  $C' C''$  déterminent l'involution visée par le théorème de Desargues. Parmi toutes les coniques circonscrites au quadrangle  $B' D' E' O'$  se trouve la conique dégénérée constituée par les deux côtés opposés du quadrangle  $B'E'$  et  $D'O'$ . Le côté  $B'E'$  est connu ainsi que le point  $N'$  où il coupe la transversale  $A' C' C' A''$ ; le côté opposé  $D'O'$  devra passer par le point  $N''$  conjugué de  $N'$  dans l'involution et très facile à construire: le rayon  $D' N''$  étant ainsi déterminé, on trouvera le point cherché  $O'$  en construisant, au moyen du théorème de Pascal, son intersection avec l'une ou l'autre des deux coniques.

Ces constructions ont l'air très longues et compliquées; il n'en est rien pourtant et un opérateur un peu familiarisé avec les méthodes de la géométrie projective exécute facilement l'épure en vingt minutes.

Cette méthode est appliquée au cas des figures 3 et 4. Sur la photographie, on voit les cinq points  $A B C D E$  et leur projection  $a' b' c' d' e'$  sur une parallèle à la ligne d'horizon. Les points  $A' B' C' D' E'$  de la fig. 4 sont les projections identifiées sur un plan quelconque (un plan délivré par un bureau de renseignements, par exemple) des points  $A B C D E$ . La droite pointillée  $a_1 b_1 d_1 e_1$  représente la bande papier appliquée sur le faisceau  $B' (A' D' E')$  pour la détermination de la tangente  $s_1$  en  $B'$  à la conique  $(C)$ . La figure 4 étant une réduction de l'original, le segment  $e_1 a_1$  n'est pas égal au segment  $e' a'$  de la figure 3.

H. Demierre.

### La Houille Blanche et la Métallurgie

par G. FLUSTIN, professeur à la Faculté des sciences à l'Université de Grenoble.

(Suite)<sup>1</sup>

#### Aluminium.

Si l'on excepte l'acier électrique dont l'élaboration par les méthodes électrothermiques ne constitue, d'ailleurs, qu'une phase de l'extraction du métal à partir du minerai, la fabrication de l'aluminium est, à l'heure actuelle, la plus importante des industries électrométallurgiques par son tonnage, par les fabrications annexes qu'elle suppose et par l'avenir qui paraît lui être réservé.

Depuis cinq ans, en effet, la production de l'aluminium a passé de 19 000 tonnes à 75 000 tonnes, et nous ne pourrions

<sup>1</sup> Voir numéro du 22 septembre 1917, p. 189.

mieux définir la situation actuelle qu'en citant quelques lignes du rapport d'octobre 1913 à l'Assemblée générale de la Compagnie des produits chimiques d'Alais et de la Camargue : « Le trait caractéristique sur lequel on ne saurait trop insister, c'est qu'en ces dernières années, l'aluminium s'est classé dans la catégorie des métaux usuels de l'ordre du cuivre, du plomb, du zinc, de l'étain, et que, en dehors de ses usages propres, il a participé avec succès à beaucoup d'emplois réservés à ces métaux. Il est donc logique de prévoir que les ventes de chacun des dits métaux (sauf l'étain) étant actuellement supérieures à un million de tonnes, ou voisines de ce chiffre, avec d'ailleurs un accroissement régulier d'année en année, l'aluminium doit à son tour s'acheminer rapidement vers des ventes se chiffrant par plus de 100 000 tonnes, peut-être bien davantage, tout en bénéficiant, lui aussi, d'une augmentation normale de consommation dans ses emplois déjà établis. » Ces lignes sont d'autant plus significatives, qu'elles émanent d'une Société qui fut pendant longtemps la seule productrice de l'aluminium chimique, qui devait à son passé de garder l'une des premières places parmi les sociétés européennes d'aluminium et dont les appréciations ont, en l'occurrence, une portée toute particulière.

Le principe de la fabrication et les emplois du métal sont trop connus pour qu'il soit utile de les rappeler ici. Son histoire économique ne saurait être plus clairement résumée que par le tableau suivant et les brèves indications qui l'accompagnent :

ANNÉES	Production mondiale en tonnes.	Consommation mondiale en tonnes.	Prix moyen du kilogr. en francs.	REMARQUES
1890	170	170	20	—
1891	330	330	10	—
1892	490	490	8	—
1893	720	720	5	—
1894	1 240	1 240	5	Mise en marche de nouvelles usines.
1895	1 430	1 430	3 75	—
1896	1 800	1 800	3 75	—
1897	3 200	3 200	3 50	—
1898	4 000	4 000	3	—
1899	5 500	5 500	3	—
1900	7 300	7 300	2 50	—
1901	7 500	7 500	2 50	Constitution du Syndicat international. Liberté de la fabrication en Europe. Relèvement des cours.
1902	7 800	7 800	3	—
1903	8 200	8 200	3	—
1904	9 300	9 300	3	—
1905	11 500	11 500	4 50	—
1906	14 500	14 500	4 50	—
1907	19 800	14 800	4 50	Mise en marche d'usines dissidentes. Surproduction.
1908	18 600	17 000	2	Baisse des cours. Dissolution du Syndicat international.
1909	31 200	35 300	1 70	—
1910	43 800	44 200	1 80	Constitution de l'Aluminium Français.
1911	45 000	46 800	1 50	Réorganisation du Syndicat international.
1912	61 400	61 400	1 90	—
1913	75 000	75 000	2 10	—

Depuis 1900 la production annuelle d'aluminium se répartit comme suit, d'après les statistiques publiées par la *Metallgesellschaft* :

ANNÉES	Etats-Unis et Canada.	France.	Autriche, Allemagne, Suisse.	Angleterre.	Italie.	Norvège.	Production mondiale.
1900	3 200 t.	1 000 t.	2 500 t.	600 t.	0 t.	0 t.	7 300 t.
1901	3 200	1 200	2 500	600	0	0	7 500
1902	3 300	1 400	2 500	600	0	0	7 800
1903	3 400	1 600	2 500	700	0	0	8 200
1904	3 900	1 700	3 000	700	0	0	9 300
1905	4 500	3 000	3 000	1 000	0	0	11 500
1906	6 000	4 000	4 000	1 000	0	0	15 000
1907	8 000	6 000	4 000	1 800	0	0	19 800
1908	6 000	6 000	4 000	2 000	600	0	18 600
1909	16 000	6 000	5 000	2 800	800	600	31 200
1910	19 600	9 500	8 000	5 000	800	900	43 800
1911	20 300	10 000	8 000	5 000	800	900	45 000
1912	26 300	13 000	12 000	7 500	800	1 500	61 400

Les principales usines européennes productrices d'aluminium sont :

Pays	Usines	Puissance installée	Sociétés
France	La Praz	13 000 HP	Société électrométallurgique française.
	La Saussaz	17 000	—
	L'Argentière	35 000	—
	Calypso	14 000	Cie des Prod. chim. d'Alais et de la Camargue.
	Saint-Félix	4 000	—
	St-Jean-de-Maurienne	28 000	—
	Auzat	12 000	—
	Prémont	10 000	Société d'Electrochimie.
	Chedde	13 000	Soc. des forces motrices et Usines de l'Arve.
Suisse	Neuhausen	4 000	Aluminium Industrie-Gesellschaft.
	Chippis	50 000	—
	Martigny	—	Gebrüder Giuliani.
Allemagne	Rheinfelden	5 000	Aluminium Industrie-Gesellschaft.
Autriche	Lend-Gastein	9 000	—
	Lend-Rauris	6 000	—
Angleterre	Foyers	6 000	British Aluminium Co.
	Kinlochleven	20 000	—
	Dolgarrog	6 000	Aluminium Corporation.
Norvège	Strangfjord	12 000	British Aluminium Co.
	Vigeland	10 000	—
Italie	Bussi	4 000	Società per la fabb. dell'aluminio.

D'autres usines sont en construction ou même en période d'installation, car la capacité de production des usines existantes est sensiblement atteinte.

Les appareils et procédés de fabrication de l'aluminium ont été l'objet de perfectionnements progressifs : la puissance spécifique des cuves a été augmentée, l'usure des anodes a été combattue par divers moyens, le mode de construction de la sole a été amélioré ; enfin on a cherché, par tous les moyens possibles, à diminuer le coût de la matière première principale, l'alumine, qui représente à peu près les 2/5 du prix de revient de l'aluminium.

Plusieurs procédés ont été proposés récemment pour l'extraction de l'aluminium par voie électrothermique. Si intéressants que soient les principes sur lesquels reposent quelques-uns de ces procédés, nous ne croyons pas qu'ils puissent, au moins avant longtemps, concurrencer l'aluminium électrolytique. La dépense d'énergie sera, dans les deux cas, sensiblement identique et voisine de 1 kilogr. par kw-jour. La



seule supériorité que nous puissions concevoir en faveur du four électrique serait la réduction directe de la bauxite, conduisant d'un jet à l'aluminium pur : on ne saurait, pour l'instant, prétendre obtenir un semblable résultat.

Le nombre et l'importance des applications de l'aluminium augmentent rapidement depuis quatre à cinq ans, et il tend notamment à devenir le métal de prédilection du matériel de ménage. Mais pour que ce débouché s'affirme, pour qu'il s'étende, il est nécessaire qu'il soit connu des consommateurs, et on pourrait désirer, dans l'intérêt de l'industrie nationale, que la « réclame », puisqu'il faut l'appeler par son nom, faite en France à l'aluminium soit aussi intensive et aussi disséminée qu'elle l'est dans d'autres pays, en particulier en Allemagne.

#### Ferrosiliciums.

Le ferrosilicium fut le premier ferro-alliage obtenu industriellement au four électrique. Sa fabrication fut une conséquence directe et logique de la crise qui sévit, en 1900, sur l'industrie du carbure de calcium, car le four à carbure, même avec sole et garnissage en charbon, peut s'adapter à la préparation du ferrosilicium.

Le procédé, très simple, calqué sur la méthode du haut-fourneau, consiste à réduire la silice par le charbon, en présence d'une quantité convenable de fer ; mais, tandis que la température de réduction de la silice n'est atteinte que péniblement au haut-fourneau, elle est obtenue avec la plus grande facilité au four électrique, avec lequel on peut, par conséquent, préparer toute la gamme des ferrosiliciums, depuis 10 % jusqu'à 90 % et même 95 % de silicium.

Le principal débouché du ferrosilicium est la sidérurgie, où il est employé tantôt comme désoxydant tantôt comme addition fixe. Le type courant, recherché par la consommation, a été d'abord un type à basse teneur en silicium, analogue au produit du haut-fourneau. Mais les métallurgistes n'ont pas tardé à comprendre les avantages techniques et même économiques que présente l'emploi des ferrosiliciums de haute teneur, à 50 % et 70 % de Si : garanties plus grandes de pureté du produit, réchauffement du bain par combustion du silicium, diminution du prix de transport de l'unité de silicium.

La teneur de 50 % a été bientôt la teneur la plus demandée et elle est devenue le type conventionnel, auquel sont rapportés les tonnages et les prix. Pour des raisons que nous indiquerons tout à l'heure, on a substitué, depuis 1910, le type à 45 % de Si au type ancien à 50 % ; on a cependant continué d'adopter le 50 % comme teneur de base pour les statistiques et les transactions.

Dans la fabrication des ferrosiliciums, la consommation d'énergie électrique est d'autant plus considérable que l'on cherche à obtenir un alliage plus riche en silicium ; en outre pour un alliage donné, la consommation d'énergie diminue à mesure que la puissance spécifique du four utilisé devient plus grande. La nature du carbone de réduction (coke, anthracite ou charbon de bois) a aussi une influence qui n'est pas négligeable.

C'est ainsi que la production moyenne de ferrosilicium à 50 %, par kilowatt-jour, sera approximativement la suivante, en kilogrammes :

Fours de :	1 000 à 2 000 kw.	2 000 à 5 000 kw.
Coke ou anthracite	2 kg. 5	3 kg. 0
Charbon de bois	3 kg. 0	4 kg. 0

La production par kilowatt-jour, avec des fours de puissance moyenne, tombe aux environs de 1 kg. 2 pour le ferro-

silicium à 70-75 % et au-dessous de 1 kilogramme pour l'alliage à 90 %.

Les usines françaises qui se consacrent à la fabrication régulière du ferrosilicium sont :

Notre-Dame-de-Briançon (Savoie)	Société des Carbures métalliques.
Livet (Isère).	Société des Etablissements Keller, Le-leux (proc. Ch.-A. Keller).
Ugine (Savoie)	Aciéries et Etabliss. Paul Girod.
Saint-Geoire (H <sup>te</sup> -Savoie)	Soc. électrochimique du Giffre.
Les Clavaux (Isère)	C <sup>ie</sup> Universelle d'Acétylène et d'Electrometallurgie.
Bozel (Savoie)	C <sup>ie</sup> d'Electrochimie de Bozel.
Bellegarde (Ain)	Usines Ch. Bertolus.
Allevard (Isère)	Soc. anonyme des Hauts-Fourneaux et Forges d'Allevard.
Moutiers (Savoie)	Société « La Volta ».
Rioupérou (Isère)	Société des Usines de Rioupéroux.

Les principales usines européennes sont d'autre part :

En Suisse, les usines de Martigny, Viège et Bodio.

En Italie, l'usine de Darfo ;

En Suède, les usines de Trollhättan, Gullspång, Domnarfvät et Korfors.

La production européenne des ferrosiliciums électriques était en 1907 de 15 000 tonnes environ ; en 1913, elle s'est élevée à 44 500 tonnes, qui se répartissent approximativement comme suit :

Pays scandinaves	17 000 tonnes.
France	15 000 —
Suisse	7 000 —
Autriche	2 500 —
Italie	2 000 —
Angleterre	1 000 —

Les prix moyens des onze dernières années, sur la base de 50 % Si, départ usine, sont les suivants :

1903	400 fr.	1909	290 fr.
1904	400 »	1910	235 »
1905	375 »	1911	255 »
1906	360 »	1912	250 »
1907	350 »	1913	240 »
1908	340 »		

Une entente internationale a groupé en 1910 les fabricants de ferrosilicium et elle a réussi à ralentir la baisse continue des cours. Cette entente ne lie les adhérents que pour les teneurs inférieures à 95 % ; la fabrication des teneurs plus élevées est libre, et le produit prend le nom de « silicium ».

On voit que le Comptoir international est impuissant à assurer la fixité du prix de vente, et la marge de bénéfices, dans cette industrie, est devenue excessivement minime. Cependant, la situation douanière générale en Europe est partout satisfaisante, sauf en Russie où les droits sont extrêmement élevés ; on pourrait souhaiter, dans l'intérêt de notre industrie nationale, une diminution de ces droits.

Mais il est une question fort grave qui paraît être à la veille d'entrer dans une nouvelle phase d'acuité et sur laquelle il serait, croyons-nous, inopportun de vouloir faire le silence : c'est celle du transport des ferro-alliages. Elle est née à propos des ferrosiliciums, et c'est pourquoi nous l'évoquons à cette place.

A la suite de divers accidents, soit explosions, soit empoisonnements, survenus entre 1904 et 1908, du fait des gaz qui se dégagent des ferrosiliciums dans certaines conditions, une enquête officielle fut ouverte en Angleterre, et un rapport fut déposé, en 1910, par le Dr Copeman. Simultanément, en France, la Chambre syndicale des Forces hydrauliques, de

l'Electrochimie et de l'Electrometallurgie nommait une Commission pour étudier les mesures à prendre afin d'éviter le retour de ces accidents.

Les conclusions du rapport anglais contenaient un projet de règlement, et nous nous permettons de faire des réserves sur l'utilité que présentent quelques-uns des articles de ce règlement. Mais nous regretterons surtout que les dangers présentés par certains ferrosiliciums aient été beaucoup trop généralisés, systématisés en quelque sorte, et que la forme de ce rapport, plus encore que son fond, ait entraîné l'affolement injustifié des sociétés de transport.

Beaucoup de compagnies maritimes n'acceptent plus le ferrosilicium qu'avec beaucoup de difficultés, alors même que toutes les précautions nécessaires sont observées; plusieurs ont heureusement compris l'exagération et les dangers économiques de cette mise à l'index. Il n'en est pas moins vrai que le transport du ferrosilicium est devenu extrêmement difficile, qu'il est soumis, quelle que soit la qualité du produit, à des règlements draconiens et que cette situation gêne gravement le développement de sa consommation.

Et cependant, les mesures proposées dans le rapport de la Chambre syndicale française ont été efficaces; depuis qu'elles ont été adoptées, il y a trois ans, non seulement en France, mais aussi à l'étranger, aucun accident n'a été occasionné par le ferrosilicium.

La plus importante de ces mesures est l'abaissement de la teneur commerciale de 50 % à 45 %. Le ferrosilicium à 45 % reste, en effet, compact, cohérent, il ne se désagrège pas et ne laisse pas dégager de gaz inflammables ou toxiques.

Les travaux des collaborateurs du Dr Copeman en Angleterre, ceux de Lebeau en France ont fait connaître la composition de ces gaz; mais on ne sait à peu près rien sur la raison même du phénomène ou plutôt des phénomènes: désagrégation et dégagement gazeux. Nous pensons que des recherches méthodiques seraient extrêmement profitables, en vue de déterminer les origines de cette désagrégation, les causes du dégagement gazeux, les possibilités du traitement préventif, enfin les conditions de fabrication qui permettraient peut-être d'accroître la stabilité moléculaire ou la pureté chimique du produit.

### Silicium.

Nous avons vu qu'à partir de 95 % le ferrosilicium prenait le nom de silicium; cette appellation est d'ailleurs pleinement justifiée, bien que le mode d'analyse usité pour déterminer la richesse de ce silicium conduise à des valeurs beaucoup trop fortes.

L'obtention du silicium industriel exige évidemment des matières premières de choix et un mode de travail approprié; elle exige aussi des fours puissants.

Plusieurs usines ont entrepris depuis peu cette fabrication: en Allemagne, l'usine de Bockenheim; en France, celles de Bozel et de Rioupéroux; en Amérique, l'usine de Niagara, à la Carborundum Co.

La production européenne est, croyons-nous, exclusivement employée aux besoins de l'aéronautique militaire; le silicium, traité par une lessive de soude caustique, donne en effet, un abondant dégagement d'hydrogène (1,2 m<sup>3</sup> environ par kg.).

La Société Schuckert fut la première à construire, vers la fin de 1909, des appareils mobiles à production d'hydrogène par le silicium; elle offrait le produit à 1 fr. 15 le kilogramme rendu en gare.

Le prix actuel du silicium est sensiblement inférieur et il semble que la production soit, depuis deux ans en augmentation notable.

### Ferrochromes.

Les ferrochromes s'obtiennent en traitant au four électrique un mélange de charbon et de minerai oxydé de fer et de chrome, qu'on appelle chromite. La proportion relative de fer et de chrome contenus dans le minerai est à peu près constante, de sorte que les ferrochromes industriels renferment une quantité de chrome qui varie seulement entre 60 et 70 %; la teneur conventionnelle adoptée comme base est 60 %.

En pratique, la fabrication se complique, du fait de l'introduction inévitable de carbone dans l'alliage. Si l'on opère sans précautions spéciales, on obtient une fonte de chrome, renfermant jusqu'à 8 à 10 % de carbone; elle est d'ailleurs employée pour certaines applications par la sidérurgie, car elle se dissout facilement dans le bain d'acier. Pour ce cas simple, la consommation d'énergie n'est pas très élevée; on produit, par kilowatt-jour, environ 2 kg. 6 de ferro à 60 % Cr et 8-10 % C.

Mais les métallurgistes ont fréquemment à élaborer des aciers riches en chrome et pauvres en carbone; ils ont évidemment besoin pour cela de ferrochromes doux, et cette nécessité a conduit les fabricants de ferrochromes à préparer toute une gamme d'alliages à teneur décroissante en carbone. Il est compréhensible que les difficultés de la fabrication, la consommation de l'énergie, la durée de l'opération, l'usure des électrodes, celle du four et, finalement, le prix de revient croissent très rapidement à mesure qu'on cherche à diminuer davantage la teneur en carbone de l'alliage.

On peut arriver ainsi à obtenir moins de 1 % et même moins de 0,7 % de carbone: mais c'est là une opération extrêmement difficile, coûteuse et pénible. La Société «La Néo-Metallurgie», qui s'est acquise une maîtrise incontestée en matière de produits électrometallurgiques extra-fins, a été la première à préparer un ferrochrome à 66 % de Cr et 0,6 % seulement de C; on peut même admettre qu'il reste encore, pour ainsi dire, sa spécialité, ainsi que de celle de son associée, la Société Electrochimique du Giffre; cependant d'autres usines, en particulier celle d'Ugine, ont entrepris cette fabrication, dans laquelle le four électrique est, d'ailleurs, concurrencé par le procédé aluminothermique.

La série des ferrochromes commerciaux comprend 7 types à 60-70 % de Cr, mais ayant au maximum 10-8-6-4-3-2-1 % de carbone; les quatre premiers types sont de fabrication courante; les autres sont préparés par quelques usines seulement. Les prix moyens de ces dernières années sont approximativement les suivants, produit emballé, départ usine:

Teneur en charbon.	Prix de la tonne.	Base.	Echelle.
8-10 %	400 frs.	60 % Cr	10 frs.
6-8 %	450 »	»	12.50
4-6 %	480 »	»	12.50
3-4 %	650 »	»	20 frs.
2-3 %	850 »	»	25 »
1-2 %	1 300 »	»	30 »
1 %	1 600 »	»	35 »

En Europe, la fabrication des ferrochromes est concentrée principalement en France, en Suisse et en Scandinavie. C'est ainsi qu'on peut citer: en France, les usines du Giffre, de Livet, de Saint-Béron, de Notre-Came-de-Briançon, des Clavaux, de Moutiers, d'Allevard et de Rioupéroux; en Suisse, les usines de Martigny, Gampel, Vernayaz et Bodio; en Suède, l'usine de Trollhaettan; en Norvège, celle de Mèraker; en Russie, la petite usine de Satka.

La production annuelle est, en Europe, d'environ 12 000 tonnes, dont 8 000 fournies par les usines françaises et 4 000 tonnes par les usines suisses et scandinaves.



La consommation annuelle, correspondant à cette production, se répartit comme suit :

Angleterre . . . . .	4000 tonnes.
Allemagne . . . . .	3200 —
France . . . . .	1200 —
Autriche . . . . .	1000 —
Russie . . . . .	1000 —
Japon . . . . .	1000 —
Italie . . . . .	600 —
Total . . . . .	12000 tonnes.

On voit que l'Angleterre est une forte importatrice de ferrochromes, et c'est pourquoi il convient d'envisager, avec une attention toute spéciale, le nouveau rapport officiel déposé le 30 mars 1914 par le Dr Copeman, attaché au ministère du Commerce d'Angleterre, et concernant cette fois non plus les ferrosiliciums, mais bien les ferrochromes et même les ferro-silico-manganèses.

Aux termes de ce rapport, plusieurs lots de ferrochromes, importés en Angleterre, auraient présenté les mêmes phénomènes que le ferrosilicium à 50 % : désagrégation rapide et dégagement de gaz toxiques. L'enquête dont le Dr Copeman a été chargé lui aurait révélé que cette altérabilité des ferrochromes serait due à la présence d'aluminium dans l'alliage, et il conclut à la possibilité d'accidents dans le transport et le maniement des ferrochromes.

Tout est évidemment possible : mais lorsqu'il s'agit de ferrochromes, de ces alliages stables dans toute l'acceptation du mot, compacts et cohérents à toutes les teneurs en carbone, qui n'ont jamais donné lieu au moindre accident, il nous paraît vraiment illégitime de faire à l'improbable une part aussi large et de parler de « vies humaines qui doivent être sacrifiées par l'ignorance des personnes qui manient des ferrochromes et qui n'observent pas les mesures de précautions nécessaires. »

Nous avons actuellement dans notre collection une cinquantaine d'échantillons de ferrochromes, de toutes provenances françaises, dont la fabrication, pour la plupart, remonte à la période 1908-1910. Pas un seul de ces échantillons n'a accusé la plus légère tendance à une altération physique ou chimique.

Nous croyons être dans la vérité en avançant que le Dr Copeman a certainement eu entre les mains une série de produits anormaux, de composition ou de fabrication exceptionnelle, et nous estimons qu'il est indispensable, dans l'intérêt de tous, de faire la lumière complète sur cette question, de vérifier l'influence présumée de l'aluminium, d'étudier la tenue du ferrochrome aluminothermique qui paraît être incriminé, enfin de chercher à reproduire au four électrique les ferrochromes dits instables, observés par le Dr Copeman.

#### Ferromanganèse et manganèse.

*Fabrication.* — Les ferromanganèses sont surtout fabriqués au haut-fourneau et, comme l'a très bien signalé M. Guillet, ce n'est pas qu'il soit impossible d'éviter au four électrique les pertes de manganèse par volatilisation, mais parce que l'énergie électrique est généralement trop chère pour lutter avantageusement contre les conditions économiques de la production du haut-fourneau.

Du reste, quelques usines, particulièrement favorisées au point de vue du prix de l'énergie hydro-électrique, telle l'usine de Livet, fabriquent régulièrement du ferromanganèse à une teneur de 80 % de Mn. La supériorité du produit électrothermique, c'est qu'il est, ou tout au moins qu'il peut être beaucoup plus pauvre en soufre, en phosphore et en carbone que

celui du haut-fourneau. Le prix actuel du ferromanganèse est de 200 francs la tonne, base 80 %; le prix moyen des dix dernières années a été de 270 francs.

La préparation du manganèse très riche, à 95 % Mn et très pauvre en carbone, est une opération industrielle fort difficile. La Néo-Métallurgie et le Giffre ont réussi à livrer au commerce un métal sensiblement pur, à 96 % Mn, 1 à 1,5 % de carbone et 2 à 3 % de fer ou de silicium. La méthode aluminothermique est plus fréquemment employée pour cette fabrication spéciale, car elle conduit plus facilement au même but.

Nous devons signaler que le manganèse à 95 % a été examiné, lui aussi, par le Dr Copeman, qui croit utile « d'attirer l'attention des chimistes sur ce fait, qui n'a pas été encore publié, à savoir que ce produit dégage abondamment de l'hydrogène, quand il est en contact avec l'eau, même à la température ordinaire, mais plus spécialement si cette dernière est chaude; dans le cas toujours probable, où cet hydrogène serait généré pendant le transport à bord d'un steamer, une telle occurrence serait susceptible de créer un danger considérable, étant donnée la nature excessivement explosible d'un mélange de ce gaz avec l'air. » Le Dr Copeman se trompe: la propriété du manganèse de décomposer l'eau à chaud, et même, dans certaines conditions, à froid, est connue depuis longtemps; elle est indiquée dans tous les traités de chimie, et il ne nous serait pas venu à l'idée de vouloir l'enseigner aux métallurgistes.

*Refusion.* — La refusion électrothermique du ferromanganèse est une application toute récente du four électrique, mais qui semble appelée à prendre une extension rapide. Elle est bien née dans une usine à houille blanche, mais elle fera toujours, sauf exception rare, appel à de l'énergie non hydraulique, car elle est allée conquérir droit de cité au sein même des usines à houille noire.

On sait que l'addition de ferromanganèse solide, froid ou chauffé, dans le convertisseur, au cours de la fabrication de l'acier Thomas, donne lieu à des pertes et entraîne le refroidissement du bain. Pour obvier à ces inconvénients, on a essayé de fondre au préalable le ferromanganèse au cubilot à vent soufflé; les pertes de manganèse par oxydation et volatilisation ont été si grandes qu'on a dû renoncer à cet artifice.

M. Ch.-A. Keller fut amené en 1908 à étudier les conditions techniques et économiques de refusion du ferromanganèse au four électrique; il pensait avec raison que la méthode électrothermique était spécialement appropriée à ce cas particulier, si l'on pouvait vaincre certaines difficultés techniques qui n'étaient pas insurmontables pour un électrométallurgiste averti.

(A suivre.)

#### Société suisse des Ingénieurs et des Architectes.

L'assemblée des délégués, réunie le 22 septembre à Berne, a élu, conformément aux propositions de la Conférence des présidents, un nouveau Comité central composé de MM. R. Winkler, ingénieur à Berne, président; F. Widmer, architecte, à Berne; E. Kästli, ingénieur, à Berne; F. Fulpius, architecte, à Genève; E. Payot, ingénieur, à Zurich. Le siège du Comité central est à Berne et celui du secrétariat à Zurich.

Ont été nommés membres d'honneur: MM. J. Dumur, ingénieur, à Pully; J.-J. Lochmann, ingénieur, à Lausanne, et Dr A. Schucan, ingénieur, à Coire.