Conditions d’utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- Le Conservatoire numérique communément appelé le Cnum constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d’œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s’inscrit dans le cadre de la loi nº 78-753 du 17 juillet 1978 :

- **la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue (Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - https://cnum.cnam.fr)**
- **la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l’objet d’une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.**

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- **les reproductions de documents protégés par le droit d’auteur, uniquement consultables dans l’enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l’autorisation préalable du titulaire des droits.**

4- Pour obtenir la reproduction numérique d’un document du Cnum en haute définition, contacter cnum(at)cnam.fr

5- L’utilisateur s’engage à respecter les présentes conditions d’utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d’une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

6- Les présentes conditions d’utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA GRANDE MONOGRAPHIE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	**[Conservatoire national des arts et métiers]**
Titre	**Conférences de guerre**
Adresse	**[s.l.] : [s.n.], [1914-1918]**
Nombre de volumes	**35**
Cote	**CNAM-BIB Ms 271, A 53578, A 53581, Br 1155, 12 Xa 277**
Sujet(s)	**Guerre mondiale (1914-1918)**
Note	**La note de présentation renvoie vers d'autres conférences numérisées par d'autres établissements.**
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?MS271
LISTE DES VOLUMES	
	La guerre : la chimie du feu et des explosifs : conférence [30 novembre 1914]
	L'organisation du crédit en Allemagne et en France [14 décembre 1914-4 mars 1915]
	Le "75" : conférence [17 décembre 1914]
	La guerre, la stérilisation des eaux, la chimie des aliments : conférences [18 janvier et 22 février 1915]
	Conférence sur la question monétaire et les changes étrangers [15 novembre 1915]
	Conférence sur l'idée de loi [18 novembre 1915]
	Conférence sur les problèmes financiers de la guerre [22 novembre 1915]
	Conférence sur les problèmes généraux d'hygiène industrielle [2 décembre 1915]
	Conférence sur les succédanés de la monnaie [13 décembre 1915]
	Conférence sur les modes de coopération des sociétés de prévoyance à la vie [16 décembre 1915]
	Conférence sur la question du change en termes généraux [20 décembre 1915]
	Conférence sur le paiement de l'indemnité de guerre de 1870-1873 [10 janvier 1916]
	Exploitation industrielle et production de la nature vivante [13 janvier 1916]
	Conférence sur les problèmes actuels du change [17 janvier 1916]
	Le régime normal et le régime de guerre des inventions et brevets en France [27 janvier 1916]
	Conférence sur l'organisation des caisses d'épargne [31 janvier 1916]
	Conférence sur le dépôt des brevets d'invention [3 février 1916]
	Conférence sur l'organisation sociale de l'Allemagne [7 février 1916]
	Conférence sur le régime de guerre des inventions [10 février 1916]
	Conférence sur les industries électro-chimiques [14 février 1916]
	Conférence sur les caisses d'épargne après la loi de 1897 [17 février 1916]
	Conférence sur l'application de l'électro-chimie [21 février 1916]
	Conférence sur l'étude de l'électrolyse du chlorure de sodium ou du chlorure de potassium [28 février 1916]
	Conférence sur l'alimentation de l'industrie en matières premières dans l'après-guerre [2 mars 1916]

	Conférence sur la cherté de la vie et les munitions [6 mars 1916]
	Conférence sur l'électrolyse de la soude par amalgame [9 mars 1916]
	Conférence sur le fonctionnement de l'assistance [13 mars 1916]
	Conférence sur les conditions de relèvement économique de la France et des alliés après la guerre [23 mars 1916]
	Conférence sur les réformes de demain [27 mars 1916]
	Conférence sur l'état actuel de la métallurgie du fer [3 avril 1916]
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	Conférence sur la situation économique de la métallurgie [6 avril 1916]
	Conférence sur les causes de la supériorité de l'Allemagne [10 avril 1916]
	Conférence sur les autres causes de la supériorité de l'Allemagne [13 avril 1916]
	Les conditions de l'organisation et du développement commercial des industries chimiques [9 novembre 1916]
	Conférence sur les conditions économiques générales sur lesquelles baser l'extension de la production des industries chimiques [18 janvier 1917]

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Titre	**Conférences de guerre**
Volume	Conférence sur la situation économique de la métallurgie
Adresse	**[s.l.] : [s.n.], 1916**
Collation	**34 f.**
Nombre de vues	**70**
Cote	**CNAM-BIB Ms 271 (16)**
Sujet(s)	**Guerre mondiale (1914-1918) -- Aspect économique Métallurgie**
Thématique(s)	**Histoire du Cnam**
Typologie	**Manuscrit**
Langue	**Français**
Date de mise en ligne	**22/05/2025**
Date de génération du PDF	**06/02/2026**
Recherche plein texte	**Disponible**
Notice complète	https://calames.abes.fr/pub/cnam.aspx#details?id=Calames-202402071752651017
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?MS271.16

Note de présentation des Conférences de guerre

Avec la Première Guerre mondiale, l'enseignement au Conservatoire est bouleversé. Les cours qui commencent habituellement en novembre ne peuvent pas être organisés. La mobilisation générale a soustrait 9/10 des auditeurs dont l'âge moyen est situé entre 19 et 45 ans, ainsi que de nombreux professeurs [1] et préparateurs indispensables aux cours expérimentaux. Le directeur du Conservatoire et ses professeurs non mobilisés souhaitent toutefois maintenir une activité. Les professeurs, parmi lesquels Léopold Mabilleau, Émile Fleurent, André Liesse, Jules Violle, André Job, Paul Beauregard, proposent des conférences « isolées ou en séries, faites très simplement sur des sujets inspirés des préoccupations de la guerre » en lien avec leurs enseignements. L'objectif est de « parler de questions relatives à la guerre et de former dans le public une opinion saine et sérieuse sur des questions soit techniques, soit économiques ». Les conférences sont programmées les lundis et jeudis du 30 novembre 1914 au 8 mars 1915, à 17h pour être accessibles au plus grand nombre. Afin d'assurer un auditoire suffisant, le cycle de conférences est annoncé dans plusieurs titres de presse dont : *Le Siècle*, *L'Action*, *Le Petit Journal*, *La France de demain*, *Le Figaro*.

Dès décembre 1914, la maison d'édition Berger-Levrault propose au Conservatoire d'entreprendre « à ses risques et périls » la publication des conférences données au Conservatoire. Les conférences feraient chacune l'objet d'un fascicule séparé d'environ 20 pages avec éventuellement la reproduction de clichés. Les séries de conférences sur un même sujet telles que celles d'André Liesse sur l'organisation du crédit en France et en Allemagne, ou d'Émile Fleurent sur les industries chimiques seraient réunies en un seul fascicule. Ces conférences sont publiées dans la collection « Pages d'histoire - 1914-1915 ».

Le grand amphithéâtre du Cnam est alors équipé pour se servir du cinématographe ; quatre conférences s'appuient sur des projections cinématographiques. Lors de sa conférence du 11 février 1915, Jules Violle présente toutes les opérations de plongée d'un sous-marin dans la rade de Toulon. Cette conférence sera relatée dans le journal britannique *The Illustrated London News* du 9 octobre 1915.

Les conférences rencontrent un grand succès, l'amphithéâtre de 800 places fait salle comble. Raoul Narsy, journal et critique littéraire au *Journal des débats*, définit le genre de la conférence en temps de guerre comme « un [des] services auxiliaires » de la guerre elle-même faisant l'éloge des différents cycles de conférences sur ce thème organisés à l'Institut catholique de Paris, l'École pratique des hautes études ou encore la Société des Amis de l'Université de Paris et accordant une « mention toute spéciale » aux conférences du Conservatoire [2].

En raison du succès des conférences et de la guerre qui perdure, de nouvelles séries de conférences sont organisées pour les années 1915-1916, 1916-1917 et 1917-1918 ; à partir de la 3e année, elles sont intitulées « cours-conférences ».

La collection des conférences est lacunaire, l'ensemble comprend : 4 conférences publiées de l'hiver 1914-1915, 29 conférences dactylographiées de l'hiver 1915-1916, 2 conférences dactylographiées de l'hiver 1916-1917. Certaines conférences conservées dans d'autres établissements sont disponibles en ligne : Du rôle de la physique à la guerre **[10 décembre 1914] et** De l'avenir de nos industries physiques après la guerre **[11 février 1915], par Jules Violle ;** Le droit de la guerre, autrefois et aujourd'hui **[21 décembre 1914] et** Comment on paie en temps de guerre **[21 janvier 1915], par Émile Alglave ; *Les industries chimiques en France et en Allemagne* par Émile Fleurent ([I] et [II]) ; et** La vie économique en France pendant la guerre actuelle **[15 février 1915], par Paul Beauregard.**

[1] Dix professeurs ou suppléants sont mobilisés : Sauvage, Guillet, Bricard, Blaringhem, Heim, Mesnager, Boudouard, Métin, Dunoyer, Magne ; ou mobilisables : Job, Dantzer.

[2] Journal des débats littéraires et politiques***, 7 janvier 1915*.**

Florence Desnoyers-Robison

Bibliothèque centrale du Cnam

Sources :

Archives du Cnam, 2 CC/23.

Archives du Cnam, Procès-verbaux du Conseil d'administration du Cnam,1914-1918.

Monsieur Guillet.

6 Avril 1916.

Mesdames, Messieurs.

Dans une première conférence, j'ai cherché à vous montrer très brièvement, trop brièvement d'ailleurs, l'état actuel de la métallurgie du fer.

Je vais résumer ce que nous avons établi, puis j'indiquerai d'une façon succinte l'état économique de cette industrie.

Je vous ai montré que dans l'industrie du fer, les procédés modernes ne permettent pas d'obtenir directement, lorsqu'on traite un minerai de fer, c'est-à-dire un oxyde de fer par le carbone, du fer pur ou de l'acier pur, mais bien un alliage de fer et de carbone pur qui s'appelle la fonte.

Je vous ai montré ensuite que l'emploi de cette fonte dans l'industrie était assez restreint de par ses propriétés. Il faut donc le transformer en acier. Ceci peut se faire par 4 méthodes: l'une déjà ancienne datant de 1750 ; la fabrication au creuset dans laquelle on part d'un fer très pur pour obtenir un alliage de fer et de carbone; la méthode du four électrique extrêmement récente qui permet d'obtenir des produits fins ou mi-fins et se substitue aux aciéries et enfin les deux grands procédés le procédé à la cornue d'un côté, le procédé à la sole d'autre part, procédé Bessmer, d'un côté, Martin Siémens , de l'autre.

Le procédé Bessmer s'applique aux fontes non phosphoreuses. Le procédé Thomas découvert en 1878 s'applique aux fontes phosphoreuses; il permet de les déphosphorer, le phosphore étant le corps le plus nuisible ~~des~~ dans les produits sidérurgi-

ques.

La première question qui se pose est celle de savoir comment se fait la lutte entre les différents procédés.

Cette lutte est extrêmement simple; elle découle en somme des principes que je vous ai rappelés.

Un minerai phosphoreux donnera naissance à une fonte phosphoreuse. Si la fonte est très phosphoreuse, elle ne pourra être traitée que par le procédé Thomas. Si la fonte est moyennement phosphoreuse, elle pourra être traitée sur le Martin basique, c'est-à-dire sur un four à sole dont le revêtement sera basique. Si elle est phosphoreuse, elle ne peut être traitée dans aucun procédé acide Martin ou Bessmer.

Pour qu'une fonte soit traitée par le procédé Bessmer il faut qu'elle ne soit pas phosphoreuse, que le minerai ne le soit pas lui-même, il faut aussi que le métal, la fonte, contienne suffisamment de corps susceptibles de brûler sous l'action du courant d'air à une température suffisamment élevée pour maintenir la fonte ou l'acier à l'état liquide c'est -à-dire à 1100° ou 1500°.

Le combustible, dans le procédé Bessmer, qui provoque cette combustion intermoléculaire, c'est le silicium ; tandis que dans la fonte Thomas, le combustible, c'est le phosphore.

En résumé, dans le Thomas, fonte phosphoreuse;
dans le Bessmer, fonte non phosphoreuse, mais contenant du silicium.

Si le phosphore est essentiellement le combustible dans la fonte Thomas, il faut qu'il y soit en quantité suffi-

sante pour maintenir la température du bain suffisamment élevée; il ne suffit pas que la fonte soit phosphoreuse, il faut qu'elle le soit suffisamment; tandis que dans le procédé Martin basique où le chauffage de la masse de fonte se fait par le gaz d'un gazogène, le phosphore n'intervenant plus dans une combustion inter-moléculaire, peut être en quantité relativement faible.

On peut donc résumer les qualités que doivent renfermer les matières premières nécessaires à ces fabrications de la façon suivante:

Dans l'acier Bessmer, le combustible étant le silicium, la fonte contient 3,5 à 5 % de carbone avec moins de 0,07 % de phosphore, sans quoi ce phosphore se retrouvera dans l'acier. Il est nettement établi qu'un acier, même d'emploi vulgaire, ne doit pas contenir plus de 0,07 % de phosphore, mais il doit contenir une certaine quantité de silicium, sans quoi il ne pourra pas être traité par le soufflage et cette quantité de silicium doit être de 1,5 à 2,5 .

Au Thomas, le combustible est le phosphore; le phosphore doit être en quantité importante, aux environs de 2 %, toujours pas de soufre, pas plus que dans le procédé Bessmer.

Au Martin acide , c'est-à-dire au revêtement siliceux, on peut avoir moins de silicium et peu de manganèse.

Mais dans le Martin basique, le phosphore peut être en quantité beaucoup moindre que dans le Thomas et il suffit d'avoir pour cela au plus 1 % de phosphore sans quoi l'opération durerait trop longtemps.

Si nous comparons ces quatre grands procédés, Bessmer, Thomas, Martin acide, Martin basique, en tant que propriétés du métal, nous arrivons à des conclusions très nettes:

Le convertisseur est un appareil essentiellement rapide. Un appareil qui porte à l'heure actuelle sur 15 ou 25 tonnes donnera une opération qui durera à peine 20 minutes: une telle opération n'est pas entièrement mise au point, le métal n'est pas toujours constant comme qualité. De plus l'affinage se fait par un courant d'air. Où va t'on arrêter le courant d'air? on va à l'extrême et alors on oxydera le métal et le métal se trouve plus ou moins pur; il y entre des oxydes, des ~~scories~~ scories; le métal a des qualités moins bonnes que par le procédé du four sur sole: le four Martin.

Dans celui-ci, même dans une installation moderne, une opération dure quelques heures, on peut laisser mijoter (pour employer le mot vulgaire) le bain liquide et venir le corriger si bon semble, jusqu'au dernier moment; on peut même si cela est nécessaire prolonger l'opération. Dans ce cas, on obtient, sinon de l'acier extra fin, du moins fin et demi-fin; c'est au Martin que l'on prépare l'acier à obus nécessaire aux nations alliées.

Le Thomas donnant un résultat beaucoup plus rapide assure beaucoup moins la qualité.

Avant de vous montrer la lutte de ces différents procédés, je voudrais insister et vous faire jeter un coup d'oeil rapide sur la situation économique de la métallurgie du fer.

Avant de vous parler du minerai, je voudrais vous dire un mot du charbon: C'est le pain quotidien, un peu noir, il est vrai , du métallurgiste.

C'est le point faible de notre pays, nous le verrons dans les projections. Les projections montrent des statistiques allant jusqu'en 1913, à cause de 1914 qui laisse des doutes

sur l'avenir: Nous les prendrons le plus loin possible, au commencement du siècle dernier, tout d'abord au point de vue charbon:

Production mondiale du charbon et du coke en 1913:1.637.000.000

Allemagne: 278.000.000

Autriche-Hongrie: 54.000.000.

Angleterre: 292.000.000

Belgique: 22.000.000

Canada: 13.000.000

Chine: 15.000.000

Espagne: 4.000.000

Etats Unis: 517.000.000

France: 40.000.000

Les Indes: 14 à 15 000.000

Le Japon: 20.000.000

La Russie: 33.000.000

Les autres pays: 33.000.000

Si l'on considère la production du coke on arrive à:

Allemagne: 32.000.000

Angleterre: 20.000.000

France: 3.000.000

Etats Unis: 42.000.000

Ceci sur un total de 109.000.000

Voici un tableau comparatif de cette production et de la consommation: (Suit ce tableau)

D'où il ressort que la ~~production~~ consommation de la France est bien supérieure à la production ; elle n'y suffit que par ses importations anglaises et belges, et pour une quantité importante , par des importations allemandes.

En ce qui concerne la production allemande il est néces-

saire de bien détacher ce que produisent les différents districts; il y en a deux qui nous touchent de très près, c'est l'Alsace Lorraine et le Pays de la Sarre.

(Suit le tableau de la production allemande en détail)

/Suit maintenant le tableau de la production du coke en millions de tonnes considérée dans les différents pays./

L'Allemagne a donné à cette industrie capitale du coke un développement considérable, non seulement parce qu'elle fournit les matières premières du haut fourneau, mais parce que les sous produits de l'industrie du coke sont les matières premières indispensables à la guerre actuelle, parce qu'elles sont la base des explosifs.

1901 - 9.200.000

1910 - 23.600.000

Tandis que nous, en France, nous avons comme chiffres:

1901 - 1.900,000

1910 - 2.700.000

L'augmentation a été absolument insensible.

En Allemagne, la production du coke a passé de ~~2.1~~ 21.000.000 en 1907 à 32.000.000 en 1913.

La production du goudron a passé en Allemagne de ~~9.400.000 en 1902 à 1.019.000~~ 94.000 en 1902 à 1.019.131 en 1912.

Celle du benzol était de 87.000 en 1910 et de 134.000 en 1912.

Celle des produits ammoniacaux a passé de 313.000 en 1910 et de 406.000 en 1912. Peu d'augmentation.

Voici, Messieurs, l'état actuel de l'industrie de la houille, le pain quotidien du métallurgiste; je voudrais vous donner lecture d'un magistral article de vulgarisation écrit dans la Nature le 26 Décembre 1914 par un Maître en la

matière, M. Louis Guyon, ancien Professeur de Droit à l'Ecole Supérieure des Mines de Paris, intitulé le "Bassin houiller de Sarrebrück."

M. Guyon dit.....

.....

Passons maintenant à la question des minerais de fer, de fonte et d'acier.

~~La~~ Production mondiale du minerai de fer, de fonte et d'acier en 1913:

Allemagne: 28.000.000 de tonnes

Autriche-Hongrie: 5.000.000 de tonnes

Belgique:

Canada: 2.000.000

Espagne: environ 10.000.000

Grande Bretagne: 16.000.000

Italie: 619.000

Etats-Unis: 63.000.000

France: 12.000.000.

Si on trouve la fonte brute tirée de ce minerai , on trouve:

Allemagne, 16 millions

France ~~6~~ 5 millions.

Espagne, très peu d'exploitation.

Etats-Unis, 31 millions

Grande Bretagne, très bon rendement. 10 millions.

Si nous considérons l'acier provenant de la transformation de la fonte, nous trouverons des proportions analogues:

Sur un total de 75 millions, nous avons le tableau suivant:

17 millions pour l'Allemagne

2 millions 5

0 million 8

0,3

31 millions pour les Etats Unis

4,6 pour la France

7,7 pour la Grande Bretagne

0,8 pour l'Italie

1,3

4 ,2 pour la Russie

Il y a tout de même un point très important qu'il ne faut pas oublier, c'est que la France n'est pas seule dans la lutte actuelle et qu'il faut englober toute la production des Alliés. Il faut remarquer cependant que notre bassin de Briey et de Nancy est entre les mains de l'ennemi. Or, dans la production de la Meurthe et Moselle, ~~je~~ c'est le bassin de Briey et de Nancy qui emporte toute la proportion dans la production. C'est ce qui explique que dans la marche forcée de l'ennemi, les Allemands se soient portés vers cette région si riche.

Si nous considérons la répartition de la production de l'Allemagne, nous constatons que 21 millions sur 28 sont produits par la Lorraine annexée. ~~Se~~ Ce sont des chiffres insuffisamment connus. Le retour de l'Alsace Lorraine à la France namènera à notre pays une quantité de 21 millions de tonnes. Nous calculons cette quantité sur 1913. Ce retour de ~~l'Alsace~~ l'Alsace à la France privera donc l'Allemagne des 80 % de sa production actuelle en minerai de fer.

Voici le développement de la métallurgie :

1834 - 14 hauts-fourneaux, fabrication de l'acier

1844 - Première concession de mines de fer

1846 - Agrandissement des hauts-fourneaux, emploi du coke.

1850 - Emploi de petites quantités de minettes phosphoreuses.

1867 - Développement des méthodes françaises.

1871 - 44 hauts-fourneaux - 30 % de fonte française

1875 - Nouvelles concessions. Nouvelles usines

1883 - 42 hauts-fourneaux - 38 % de fonte française. Application du procédé Thomas

1883 à 1910 - Développement constant.

Tableaux du développement comparé depuis 1870

Voici enfin un dernier point touchant à la métallurgie du fer; c'est la question du minerai de manganèse.

On l'emploie comme addition au métal pour l'épurer .

Où se produit le manganèse ?

Dans une étude de M. Launay, Professeur à l'Ecole Supérieure des Mines, il ressort que L'Allemagne est très faible producteur de minerai de manganèse.

La Russie en produit: 987.724 tonnes

Les Indes - 174.000

Le Brésil - 163.000

l'Allemagne - 75.000

l'Autriche - 77.000

l'Italie - 16.000

l'Espagne - 10.000

la Turquie - 14.000

le Japon - 10.000

la Grèce - 10.000

On voit que les pays ennemis sont très peu producteurs de manganèse; la Russie , au contraire, en produit beaucoup.

Avant de terminer ce qui a trait à la sidérurgie, je voudrais insister sur deux points de la répartition actuelle de la sidérurgie en France; en dehors du bassin de Meurthe et Moselle dont j'ai parlé, du bassin du Nord, très développé, il faut citer le bassin de la Loire qui produit des aciers spéciaux: Montluçon, Le Creusot, bassin de St-Etienne; puis les usines plus littorales qui n'utilisaient que les minerais provenant d'Espagne et qui utilisent maintenant en partie, tout au moins pour les usines situées près de St-Nazaire, les minerais du bassin de Segré.

Malgré la perte de l'Alsace Lorraine, la production de la fonte de 1869 à 1890 a triplé; chose curieuse, en 1869, il y avait 290 hauts-fourneaux, dont 199 au coke en Alsace Lorraine; en 1911 il y avait 117 hauts-fourneaux seulement dont 113 au coke. Donc 199 avant la guerre, 117 seulement maintenant. Donc aux anciens hauts-fourneaux se sont substitués de grands appareils qui produisent 200, 300 et même 500 tonnes en 24 heures.

Je ne vous aurais pas cité ces articles que je connaissais par ailleurs, s'ils n'avaient pas été cités, publiés dans la presse française, dans le bulletin des mécaniciens-chauffeurs et chaudronniers de France. Ils font ressortir le but qu'avait l'Allemagne au début de la guerre.

Dans un journal anglais Sir Edwards, Professeur à l'Université de Manchester dit ceci:

Sur une carte j'ai suivi la marche de l'armée allemande.....

.....

Dans un autre article d'ailleurs, dans une étude tout à fait remarquable publiée par le grand métallurgiste allemand Scheuter, président des grands cartels allemands et reproduite dans une circulaire du Comité des Forges de France, Scheuter prétend que la production a été atteinte aux environs de 70 %.

Voyez comment l'ennemi envisage la situation future:

Toujours dans le même bulletin du mécanicien-chaudronnier de France, on a reproduit beaucoup d'articles : en voici un :

.....

.....

Il est bien évident que telle conclusion pouvait être à craindre au mois d'Août 1914 mais que la bataille de la Marne y a mis bon ordre.

Je passe à la seconde partie un peu rapidement évidemment , à la question des produits métallurgiques autres que les produits à base de fer.

Je vais vous montrer un point qui va vous étonner: le développement respectif de ces différentes métallurgies.

On croit que la métallurgie du fer s'est développée le plus dans ces dernières années.

Voici un tableau extrait du remarquable ouvrage d'un grand métallurgiste, M. Launay, Membre de l'Institut.

Voici la comparaison de 1881. 1900 et 1910 et nous désignerons par le chiffre 1 la production en 1880 et nous rapporterons à ce chiffre le développement des autres métallurgies:

	1880	1900	1910
Cuivre	1	3,1	7,75
Or	1	2,4	4,38

	1880	1900	1910
Plomb	1	2,4	4,38
Fonte	1	2,2	3,50
Zinc	1	1,7	3,13
Argent	1	2,2	2,88

Puis viennent ensuite les métallurgies de l'étain, du mercure

Je vais vous démontrer comment l'Allemagne a fort peu coopéré à l'édification des méthodes modernes métallurgiques, mais que plus encore que dans les autres métallurgies, elle a mis la main presque complète sur les inventions qui faisaient son intérêt Il s'est construit une espèce de Gesellschaftmetallurgie qui s'est emparée de toute la métallurgie; à un tel point qu'il y a deux ans, je me suis préoccupé de différentes usines et j'ai dû traiter avec un membre allemand de cette société pour des inventions tout à fait françaises.

Je vais vous montrer le procédé moderne de ces métallurgies.

Le minerai de Cuivre est un sulfure relativement complexe uni à un sulfure de fer CuSFeS.

On exploite des minerais de cuivre contenant des quantités infimes de Cuivre 1,5 à 2 %

Pour extraire le Cuivre de ces minerais on procède de la façon suivante:

1° on lave le minerai , on cherche à l'enrichir le plus possible par des méthodes mécaniques pour enlever la gangue. Puis on fait ce que nous appelons une fusion pour mattes, ayant pour effet d'une part d'enlever la gangue ou une partie de la gangue. Cette fusion pour mattes se faisait autrefois par des procédés très en vogue en Angleterre, d'où le nom de procédé anglais donné à celui qui utilisait des fours à reverbère, ou bien par des demi hauts fourneaux ou fours allemands parce que très utilisés en Allemagne.

Cette fusion ne se fait plus que dans un seul appa-

reil le water-jacket, petit haut fourneau qui a pris naissance en Amérique; ils ont commencé, ces appareils, par avoir des dimensions extrêmement faibles, puis ils se sont étendus et ont maintenant des formes rectangulaires de 35 mètres de long sur 2 de large. Sur ces rectangles très étroits et très longs, on dispose ici en quinconces toutes les tuyères (voir fig.) qui viennent souffler l'air qui est nécessaire à la combustion du coke et à l'oxydation du fer d'autre part. On peut prolonger indéfiniment ces water-jacket ; il suffit que l'épaisseur ne soit pas très grande pour que le courant d'air attaque le minerai, voilà donc une première phase ; nous avons concentré le cuivre dans une petite masse. mais nous lui laissons une certaine quantité de fer; nous avons Cu^2S FeS contenant beaucoup de cuivre.

Nous sommes partis d'un minerai contenant 2,5 de cuivre et nous avons pu former dans cette fusion une matte contenant 30 % de cuivre.

Cette matte est traitée de façon à extraire le cuivre au convertisseur qui va enlever le fer en l'oxydant; on aura alors FeO qui mis en présence de la silice sera enlevé sous forme de silicate ou scorie et il ne restera plus que Cu^2S qui va se transformer partiellement en oxyde de cuivre lequel va réagir sur le sulfure et donner du cuivre métal impur. Cu^2SCuO.

Où a pris naissance cette méthode ?

Lorsque Thomas a indiqué ce procédé en 1878, un Anglais nommé Alwas avait indiqué qu'il lui paraissait probable que la méthode du Convertissage s'appliquerait aussi au minerai de cuivre; cela paraissait plutôt une sensation qu'une chose définitive. C'est vers 1880 que deux ingénieurs français

Mannès et David, Ingénieurs des Arts et Manufactures, établirent à Aiguille tout près d'Avignon , la méthode du convertisseur, méthode essentiellement française. A part quelques usines traitant des minerais de cuivre par voie humide ou par des fours antiques comme dans le Hartz en Allemagne, c'est la seule méthode employée dans le monde entier. Cette méthode est une méthode essentiellement française, sortie d'une petite usine de France qui existe maintenant encore mais ne fait plus que du sulfate de cuivre . Voici donc le cuivre impur obtenu par convertissage de la matte, cuivre impur inutilisable pour la plupart des cas.

3ème phase: Raffinage du cuivre impur par d'anciennes méthodes au four à reverbère, d'abord, puis par la méthode électrolytique.

J'insiste sur ce point aussi bien aujourd'hui que dans mes leçons du Conservatoire et de l'Ecole Centrale, cette méthode n'a pas seulement pour but d'obtenir du cuivre pur, mais elle a pour but surtout de séparer économiquement l'argent et l'or c'est-à-dire les métaux précieux qui sont dans le cuivre. Une usine que je ne veux pas nommer a voulu entreprendre le raffinage de l'étain par voie électrolytique pour avoir de l'étain pur; elle a dû renoncer à cette préparation parce que l'étain qu'elle cherchait à retenir ne contenait ni or ni argent et ne payait pas l'opération.

Le raffinage du cuivre par électrolyse n'a pas tant pour but, je le répète, de séparer les impuretés nuisibles que l'on peut enlever par d'autres méthodes que de séparer l'or et l'argent que contiennent la plupart des minerais de cuivre. Je vous montrerai tout à l'heure des photographies de cette méthode électrolytique qui est née dans les laboratoi-

res français, sans pouvoir l'assurer, en tous cas c'est aux Etats Unis et non en Allemagne qu'elle a pris son développement.

Dans le procédé du convertissage je vous ai dit que le fer était transformé en oxyde de fer FeO pris par la silice pour donner le silicate ou scorie. Cette silice dans le procédé de David-Mannès était prise au revêtement du convertisseur qui était garnie de silice. Mais ce revêtement s'usait, il fallait le remplacer. Il y a 5 ou 6 ans à peine les Américains ont eu l'idée de remplacer ce revêtement acide par un revêtement basique en magnésie qui ne peut pas réagir sur FeO; mais dans ce convertisseur qui atteint des dimensions formidables on ajoute sous forme de pierre ou de sable la silice qui est nécessaire et qui réagit sans trop abîmer le revêtement basique ce qui est moins coûteux.

Projections:

Vue d'un water-jacket. L'appareil avec ses tuyères, les tuyaux d'arrivée d'air.

Grand convertisseur à revêtement basique. 20 à 25 mètres de longueur sur 4 mètres de hauteur. Trous de coulée.

Le même convertisseur pendant la coulée.

Le même convertisseur au moment du chargement du minerai.

Convertisseur montrant toute la tuyauterie; les multiples tuyères qui insufflent l'air dans le convertisseur. Le combustible n'est ~~pas~~ plus le silicium ni le phosphore, mais le fer ou le soufre.

Un convertisseur en réparations.

Des tuyères usées; remplacement de ces tuyères.

Bain théorique de l'électrolyse; le cuivre impur sur lequel doit se faire le dépôt.

Production totale du cuivre: 886.000

Amérique: 657.000 ?

Production européenne: 537.000

Suit une série de chiffres dont je ne suis pas sûre.

Consommation mondiale: 1.044 mille

Allemagne: 259 mille

Grande Bretagne: 144.000

France: 103.000

Etats Unis: 348.000

C'est l'Allemagne qui est la grande consommatrice.

Installation électrolytique du cuivre. Le cuivre tombe en cascade dans la cuve.

Cuve électrolytique; Dépôt du cuivre; l'air insufflé arrive en bas.

Revenons à la production du cuivre.

Le seul producteur important du cuivre est en somme les Etats Unis; il n'y a pas de gisements importants en France les gisements allemands qui sont dans le Harz et le Mansfeld sont très faibles. La production du cuivre en Allemagne avant la guerre n'était que de 30.000 tonnes.

La consommation est bien supérieure à la production.

On a fait grand bruit autour de ce fait que les productions de Serbie donnaient à l'Allemagne les mines de B..... qui donnaient beaucoup de cuivre. Mais dans l'état actuel des choses, on n'abandonne pas une mine dans son état

de fonctionnement ; de plus même si les mines de B n'avaient pas été noyées, il est incontestable qu'on n'a pas laissé en état les procédés eux-mêmes, les fours eux-mêmes or, le minerai de B est un minerai très difficile à traiter. Incontestablement les Allemands ne peuvent rien tirer des mines de B..... cela ne semble souffrir aucune contradiction.

Mais au contraire de ce qui arrive pour certaines matières , pour le blé, par exemple, le cuivre importé en Allemagne dans ces dernières années ne s'est pas transformé ou du moins sous forme de câble ou d'alliage on peut aisément le récupérer.

Des nouvelles des régions envahies montrent néttement que la préoccupation du cuivre a dominé les Allemands mais ils ont dû s'approvisionner et leur gêne n'a pas duré longtemps.

PLOMB.

Le minerai de plomb c'est la galène ou sulfure de plomb, traité en deux opérations.

Dans la première opération, le minerai de plomb, le sulfure qui est toujours concentré est transformé en oxyde;

dans une seconde opération cet oxyde est réduit par par le carbone tout comme le minerai de fer. La seconde opération se fait en water-jacket moins important que celui qui sert au traitement du cuivre; mais les progrès du water-jacket au plomb sont ceux du water-jacket au cuivre; les progrès sensibles c'est surtout le grillage c'est-à-dire la transformation du sulfure en oxyde, ce qu'on appelle le convertissage de la galène qui se fait dans un four à reverbère.

Ce sulfure PbS grillé et chauffé en présence d'air donne

~~PbS + SO^2 = PbO + SO~~ PbS + 3O = PbO + SO^2

Il reste encore du sulfure de Plomb inactif dans l'opération; il ~~passe~~ reste à l'état de matte, et non à l'état métallique; le rendement était donc très faible. Maintenant le sulfure de plomb est presque entièrement transformé en oxyde.

Cette opération est faite je l'ai dit au convertissage; on a des récipients ou des cuves avec une grille;au-dessous de la grille se trouve un tube qui amène l'air comprimé On amène le minerai, on allume et pour empêcher le sulfure de fondre, on apporte de la chaux; on a fait une théorie de formation de sulfate de chaux mais elle n'a pas tenu.

L'établissement de cette méthode date de 1893 aux usines de Pertusola en Italie.

Ce sont deux ingénieurs de cette usine, Upinton , américain et Eberla, de naissance allemande, qui ont établi le procédé.

Le procédé a été simplifié en Allemagne et très perfectionné aux Etats Unis par Dwigh et Llyod. On a établi des tables circulaires très employées en Allemagne et très légèrement perfectionnées par le Directeur des Usines de ..... en 1910.

C'est le seul perfectionnement important; même dans le traitement du plomb argentifère, aucun perfectionnement si ce n'est une méthode américaine qui est encore l'application des méthodes électrolytiques au fluo-silicate de plomb, de naissance canadienne.

Voici la situation économique de la métallurgie du Plomb:

Consommation mondiale du Plomb en tonnes:

1913: 1.196 en Allemagne

1.223 en Grande Bretagne

191 aux Etats Unis

101 en France.

Production mondiale en tonnes

France: 1.186

Allemagne: 181

Belgique: 50

Autriche: 24

Etats Unis: 407

Italie: 116

La France a trois usines de fabrication: Marseille, Noyelles-Godaud, Pontgibaud.

Projections:

Water-jacket pris en Grèce.

Coulée du plomb

ZINC.- PROGRES TRES RESTREINTS de cette METALLURGIE.

La métallurgie du zinc date de 1809

En 1743, on faisait bien du zinc en Angleterre, mais les procédés employés donnaient des quantités relativement restreintes.

Le minerai de zinc est le sulfure ZnS que l'on transforme par grillage en oxydant ZnO dans des usines qui utilisent SO^2 pour faire de l'acide sulfurique et cet oxyde est alors réduit par le charbon, mais la température est telle que le zinc obtenu est sous la forme de vapeur.

$ZnSZnO + C = Zn + CO^2$ (cette formule me parait fausse)

C'est ce qu'on appelle la méthode perdescendum.

Ce procédé était de rendement déplorable à tous points de vue. Il était utilisé en Angleterre en 1743.

Le minerai de zinc étant très important en Silésie l'Allemagne s'est préoccupée de cette extraction et a appliqué la méthode perdescendum Elle a établi de grands creusets et comme le minerai de Silésie était très beau, la méthode silésienne fut de beaucoup la plus employée. Mais en réalité la métallurgie du zinc n'a pris son extension que vers 1809 par la découverte faite à Liège par l'Abbé Denis.

L'empereur Napoléon ler a favorisé son développement La légende raconte que c'est le hasard d'une expérience qui a fait faire cette découverte. L'Abbé Denis, gêné par les vapeurs qui s'échappaient d'une cornue, se mit à l'abri en plaçant un pot de fleurs sur la cornue et il vit sur le ~~cor~~pot de fleurs des goutelettes de zinc liquide. Les légendes ~~sons~~ sont souvent fausses et il peut très bien se faire que ce soient des recherches scientifiques qui aient conduit l'Abbé Denis à ce résultat.

En tous cas la méthode dite belge qui est de beaucoup la plus importante, la seule qui soit utilisée aux Etats Unis a été découverte à Liège;avant la guerre on voyait sur l'avenue l'usine utilisée par l'Abbé Denis.

On exploitait les gisements de la Vieille Montagne où s'était formée la société très connue qui a rendu de très grands services. C'est la grande société de la Vieille Montagne qui n'a plus qu'une usine à Viviez dans l'Aveyron qui s'est créée sur ces gisements au moment de la découverte de l'Abbé Denis en 1808-1810.

En résumé, la méthode belge consiste à chauffer le minerai de zinc dans un creuset qui est légèrement incliné; ce creuset n'a pas la forme ordinaire, c'est un cylindre à base circulaire; voici le creuset dans lequel vous verrez tout à l'heure au cinématographe jeter le minerai de zinc mélangé de ~~ash~~ charbon; ce zinc va distiller; ces creusets sont mis en très grand nombre dans un même four chauffé au gaz; le zinc vient se condenser à l'extrémité dans un appareil qui a la forme d'un bec; il s'échappe et vient se condenser dans cet appareil qui est à température plus basse. il donne de l'oxyde de zinc; à l'extrêmité on met un étouffoir qui retient l'oxyde de zinc.

Les progrès faits par la métallurgie du zinc sont sensiblement nuls dans ces dernières années à part un progrès considérable surtout quand on examine la situation au point de vue de l'après guerre.

Un progrès très discuté c'est l'application au four à zinc de la récupération de Siémens.

Des usines existaient à près de Douai qui n'ont rien fait dans cette voie de la récupération de la chaleur. Donc sensiblement peu de progrès avant l'application du four électrique sur la métallurgie du zinc; Sur la situation économique, on peut dire que maintenant elle ne peut être brillante. Les usines à zinc du Nord de la France qui étaient de beaucoup les plus importantes, Morte-Montagne, les usines de (près de Douai) de St-Amand et même l'usine de N juste sur la limite actuelle du front sont restées entre les mains de nos ennemis. Il n'y a plus que l'usine de Viviez et l'usine nouvelle créée à la Rochelle par la Société L qui a dû laisser entre les mains des ennemis l'usine de D... (Nord)

Et pourtant le zinc joue un rôle capital dans la guerre actuelle. Il nous donne ce qui est banc à cartouches, fils à balles, il est utilisé dans la fabrication des douilles.

Ce zinc nous vient principalement d'Angleterre et d'Amérique. Il en est fabriqué encore par quelques usines entre autres celles de Viviez qui a fait de nouveaux efforts pour avoir du zinc meilleur pour la fabrication des matières nécessaires à la guerre.

Reste la question de l'électro-métallurgie très discutée. Je ne puis pas vous dire les résultats obtenus, mais je puis vous dire que le procédé Himbert, procédé américain, essayé en Belgique et en Silésie, juste avant la guerre n'y a pas donné les résultats concluants qu'on espérait. Mais un autre procédé de M. Cote et R..... a donné des résultats très intéressants. Il semble que une autre usine actuellement en fonctionnement dans les Pyrénées donne les plus grandes espérances au point de vue de l'après guerre.

Or la métallurgie du zinc est de beaucoup celle qui consomme le plus de charbon. Ainsi on estime que la production d'une tonne d'acier consomme à peu près une tonne 5 à une tonne 8 de charbon calculé sous forme de houille; la métallurgie du cuivre un peu moins d'une tonne; la métallurgie du Plomb, un peu moins, mais le zinc pour l'avoir pur comme il est nécessaire pour la fabrication des matières de la défense nationale consomme 4,50% de son poids en coke et en houille.

La métallurgie du zinc ne peut donc se faire que là où il y a le charbon et vous voyez pourquoi elle a subsisté au Nord de la France bien qu'il y ait peu de minerai de zinc au Nord de la France et en Belgique. Cela semble bizarre

mais le charbon est la matière première en quelque sorte plus importante que le minerai lui-même. Si l'on fait usage du procédé électro-métallurgique , le charbon n'intervenant plus que pour faire chauffer des cornues ayant 1m50 de hauteur ~~sur 245~~ 25 à 30 centimètres de diamètre, pour réduire ~~le zinc~~ l'oxyde de zinc à l'état de zinc métal, c'est-à-dire en quantité extrêmement faible, la méthode est utilisable même là où il y a peu de charbon, et comme nous possédons beaucoup de chutes d'eau, indiscutablement l'avenir de la métallurgie du zinc se trouve dans l'électro-métallurgie. Il y a un point noir cependant c'est que la condensation de ces vapeurs est très difficile, dans ces grandes tours et que le rendement est très faible. Il faut résoudre ce problème de la condensation des vapeurs de zinc; le problème semble résolu approximativement dans des usines en cours de fabrication.

Projections:

Hall d'usines à gaz.

7 rangées de cornues; Etouffoirs condensant l'oxyde de zinc;

Usine de Noire-Montagne

Arrivée du ~~bate~~ minerai par bateau et par voie de terre.

Chargement des gazogènes permettant de chauffer les fours.

Ingénieur prenant la température des fours.

Chargement des creusets

Multiples cellules caractéristiques des fours à zinc, et qui expliquent la grande consommation du charbon.

L'ouvrier chargeant le minerai.

Nettoyage des creusets

Condenseurs.

Mise en place des étouffoirs qui doivent condenser l'oxyde de zinc.

Nettoyage de l'étouffoir; on recueille ici l'oxyde de zinc.

Coulée du zinc rassemblé dans le ~~condenseur~~ condenseur; il est recueilli sur une cuiller et coulé dans des baquets;il renferme beaucoup de plomb qu'il va falloir éliminer.

Outils de la métallurgie du zinc très différents de ceux des autres métallurgies.

Zinc impur est mis dans des fours à reverbère et par liquation il est débarrassé du Plomb

---

Situation économique. Production du Zinc:

Il faut savoir que la Belgique qui a donné naissance à la métallurgie du Zinc en produit très peu.

Belgique: 1.200 mille ?

Allemagne: 724.000

Tunisie: 25.000

Algérie: 81.900

France: 51.000

Production mondiale du zinc brut:

Total: 977.900

Allemagne: 170.000
92.000

Belgique: 197.000

Etats Unis 320.000

France et Espagne: 71.023

Consommation des Etats Unis: 313.000 Ils se suffisent à eux-mêmes.

Allemagne 232.000, consommation supérieure à la production

Grande Bretagne: 194.000

France 81.000.

Métallurgie de l'or.

La métallurgie de l'or est devenue beaucoup plus qu'on ne le suppose une métallurgie française.

Il y a en France trois usines: Belle....

Le Chatelet et Laval.

qui produisent de l'or.

La métallurgie de l'or n'existe pas en Allemagne; le peu qu'on extrait vient des plombs aurifères. Il n'y a eu dans cette métallurgie que des progrès anglais réalisés dans le sud-africain grâce à toutes les mines du R....

Autres métallurgies.

La métallurgie de l'ETAIN n'a subi aucun perfectionnement que des perfectionnements de détail. Ce sont les Indes néerlandaises qui fournissent le plus d'étain.

Au point de vue de l'ANTIMOINE, la France fournit le 1/4 de la production mondiale, la Chine le 1/3, le reste est donné par les Etats Unis et le Mexique. Il n'est rien donné par l'Allemagne. L'antimoine est très utilisé pour les balles.

Le minerai est du plomb antimonieux.

Un grave problème pour l'antimoine c'est la condensation des poussières, problème très travaillé en Allemagne et qui vient de subir les derniers perfectionnements aux Etats Unis Autrefois on lançait les poussières dans des tours ou dans des canaux souterrains; il y a encore de ces canaux dans certaines usines; la condensation de ces poussières de plomb antimonieux est une opération très importante; L'épuration est d'ailleurs

très importante pour beaucoup d'autres cas. Ainsi le gaz de haut fourneau ne peut être utilisé que si on l'a épuré c'est-à-dire si on a enlevé les poussières ; même dans les moteurs à gaz , on ne peut s'en servir si cette épuration n'a été poursuivie assez loin.

L'épuration au point de vue des poussières est extrêmement importante dans la métallurgie de l'antimoine où l'on part d'un sulfure d'antimoine. Le procédé consiste à transformer ces poussières en oxydes ou à les volatiliser ou les condenser dans des fours à reverbère. Cette condensation se faisait autrefois dans des couloirs souterrains.

L'utilisation des gaz de hauts fourneaux a suggéré l'idée de perfectionner cette méthode.

Le perfectionnement consiste dans un lavage à courant d'eau; c'est une méthode allemande qui a permis de recueillir les poussières de gaz.

Tout récemment les sidérurgistes allemands se sont imaginés avoir découvert une méthode extraordinaire en filtrant les gaz dans des bonnets de laine. Ce procédé existait; On est étonné de voir que les sidérurgistes allemands aient cru inventé cette méthode que nous connaissions depuis 15 ou 18 ans que j'ai vu fonctionner en Angleterre en 1905 et tout près de Brioude en France, dans de grandes usines d'antimoine. On n'a fait qu'appliquer des méthodes déjà existantes. On est étonné de cette impénétrabilité des diverses métallurgies entre elles.

Les Américains viennent de perfectionner d'une façon extraordinaire cette question des poussières, par le procédé de Cauterel; c'est l'un des procédés actuellement entre les mains de la fameuse métallgesellschaft ; lorsque dans un tuyau où passent des fumées, on vient mettre des plaques assez larges de tôle que l'on soumet à des courants de haute fréquence il

y a condensation des poussières; j'ai vu des expériences du procédé ~~quelques années a~~ quelque temps avant la guerre, en Allemagne; les résultats étaient tout à fait remarquables; mais lorsque nous avons voulu l'appliquer aux usines françaises, nous nous sommes trouvés en présence de l'exigence des Allemands qui cependant nous l'avait pris.

NICKEL.

La métallurgie du nickel est une métallurgie essentiellement anglo-française. Il n'y a à l'heure actuelle que deux centres de production de nickel ou de minerai de nickel, plutôt. La Nouvelle Calédonie avec un minerai découvert par Garnier, silicate double de nickel et de magnésie.

Pour l'extraire on le transforme au moyen de produits sulfurés en sulfures ou en une masse de sulfure double de nickel et de fer, par des procédés que je ne peux pas dire.

Le second centre de production ce sont les gisements du Canada, gisements considérables de sulfure double de nickel et de cuivre, presque sulfure quadruple de nickel, de cuivre , de cobalt et d'argent.

Le traitement est assez semblable à celui du minerai de cuivre; lorsque ce sulfure quadruple est ramené à un sulfure double de nickel et de cuivre, on fait la séparation par voie électrolytique.

La métallurgie du nickel est essentiellement anglo-française; elle est entre les mains de nos alliés et il est absolument impossible à l'Allemagne de s'approvisionner en nickel et elle est condamnée à vivre sur ses approvisionnements Le Sud possède il est vrai quelques minerais extrêmement

pauvres en nickel mais comme pour l'aluminium ces mines ont repris une certaine activité; le nickel est sans contredit un métal non pas capital comme le fer et le cuivre, mais cependant pour la guerre actuelle, c'est un métal très important parce qu'il permet de faire des aciers au nickel et donne le maillechort, alliage de cuivre-nickel qui au début de la guerre constituait l'enveloppe des balles des allemands.

ALUMINIUM.

Je veux dire quelques mots d'une métallurgie plus française, celle de l'aluminium.

Il y a ici ceci de tout à fait spécial, c'est que la découverte du métal aluminium a été faite en Allemagne par Veuler en 1825 sous forme de pierre grisâtre dans laquelle personne ne reconnaitrait le métal blanc, léger, compact que vous connaissez tous.

C'est un grand ~~métallurgiste~~ chimiste français Henry Ste Claire Deville qui, au Laboratoire de l'Ecole Normale Supérieure, fit la découverte de l'aluminium dès 1850. Il créa la méthode d'extraction de l'aluminium qui fut la seule employée de 1850 à 1886; c'est une méthode chimique extraite du Laboratoire de l'Ecole Supérieure.

En 1886, un autre français qui vient de mourir au moment où les hostilités étaient déclarées, Hérout , découvrit à la même époque qu'un américain Hall la méthode qui fabrique l'aluminium dans le monde entier, la méthode électrolytique à température élevée.

On part de la bauxite qui est de l'alumine, dissous

dans un ~~baisn~~ bain de cryolithe à 800 ou 900° et soumis à un courant qui le décompose en aluminium et oxygène. L'aluminium se porte au pôle positif.

La méthode est née en France, et je vais vous rappeler l'influence de cette découverte au point de vue économique.

Voilà le prix de l'aluminium au kilo:

1855 - 1250 francs

1885 - 125 ffancs

1886 - 88 francs

1890-19 francs, c'est au moment où le procédé électrolytique prend réellement de l'importance

1893 - 6 francs

1895 - 3,75

1910 - 2,50

Production mondiale de l'aluminium:

	1908	1913
Etats Unis et Canada	6.000	68.000
Allemagne, Autriche, Suisse	4.000	22.000
France	6.000	15.900

Au point de vue de la situation , elle se présente de la façon suivante:

En France, dans les Alpes et même dans les Pyrénées et les Hautes Alpes, de nombreuses usines d'aluminium se sont développées;en Allemagne, pas du tout d'usines.

Une seule sur la frontière de Suisse, Ludwighausen. Pas de minerai autre que le minerai français, avant la guerre, ceux du Var et de l'Héraut, la bauxite du nom de Bau en Provence. Il n'y en avait aucun en Allemagne et en Autriche. On a cherché pour les besoins qui font naître les choses; on a vu qu'il y avait des gisements importants en Dalmatie; on dit

que c'est ce minerai qui entre en Suisse pour l'usine de Ludwighausens.

L'Allemagne a cependant eu une certaine influence sur les procédés: l'aluminium est le seul métal qu'on ne peut pas affiner parce que la chaleur de formation de l'alumine est considérée de telle sorte que pour obtenir de l'aluminium pur, il n'y a qu'une méthode qui consiste à purifier le minerai. Autrefois il y avait le procédé Ste-Claire Deville; maintenant c'est le procédé Bayer qui montre que lorsqu'on prend une solution d'aluminate alcalin comme l'aluminate de soude, il faut l'ensemencer avec de la soude pour précipiter toute l'alumine contenue dans l'aluminate de soude; c'est la méthode généralement employée.

En somme, nous arrivons à la fin de ces deux conférences à une conclusion extrêmement nette:

1° L'allemagne n'a que bien peu coopéré à l'édification des méthodes métallurgiques modernes;

2° elle a su profiter des découvertes faites par les autres peuples.

Dans les deux prochaines conférences, nous étudierons ensemble les causes de cette supériorité économique de la métallurgie allemande.

Je commencerai par vous indiquer l'ensemble de ces causes, causes qu'on peut appeler des causes pratiques, d'une part et des causes morales d'autre part.

J'étudierai ~~les~~ la principale de ces causes, l'union de la science et de l'industrie, du laboratoire et de l'usine et pour bien vous fixer sur l'influence de cette cause capitale non seulement en Allemagne et en France, permettez-moi de

terminer cette conférence en vous contant une histoire très vraie et je réduirai au minimum l'émotion que j'éprouve en vous la disant:

C'était en 1907, mon éminent prédécesseur dans la chaire de Métallurgie au Conservatoire, M. Le Verrier, venait de tomber gravement malade; je le connaissais très peu, mais il me fit appeler pour me demander de le suppléer dans le cours qu'il faisait au Conservatoire. Dans le cours que je faisais dans l'amphithéâtre voisin, je remarquais un garçon de 25 ou 26 ans très vif, très attentif, qui venait à ce cours au moins 1/4 ~~d'heure~~ d'heure d'avance pour occuper la place du milieu près de moi. Il sortait visiblement d'un atelier et il apportait tous les soirs la fin de son dîner qu'il n'avait pas fini d'absorber pour ne pas perdre le temps qu'il voulait consacrer à son cours. A cette époque n'étant pas titulaire de la chaire, je n'avais que fort peu de rapports avec les élèves, mais en 1908 appelé à succéder à M. Le Verrier, je vis à la même place le même auditeur et cela pendant 4 ans.

Mais pendant cette année, libre de mes mouvements je ~~vérais~~ créais une chose qui me paraissait indispensable: augmenter les rapports entre les élèves et le professeur, rendre ces rapports aussi étroits que possible; je vis qu'il y avait une autre manière de les encourager que de venir faire son cours en habit noir. Je créais alors les manipulations du dimanche. Le contact fut si grand que les mêmes élèves ne pouvaient manipuler que toutes les trois semaines.

La deuxième année je fus appelé à traiter de la science dans la métallographie microscopique. Le garçon en question vient me trouver un dimanche matin à ces manipulations et me dit: je suis extrêmement inquiet; je suis tourneur de

mon métier, mon laiton ne se travaille pas toujours de la même façon, j'ai tantôt un rendement très fort, mon laiton se travaille tout seul, tantôt au contraire le rendement est extrêmement faible. Je voulais laisser à ce garçon le mérite de sa découverte et je lui conseillai de regarder au microscope les deux métaux, le bon et le mauvais. Il découvrit que les deux laitons étaient complètement différents; il eut alors la curiosité et l'idée de construire lui-même un appareil, il n'avait pas les moyens de s'en acheter un , ni d'inciter son patron à en acheter un; il fit un appareil avec des choses achetées sur les quais, aux marchands de bric à brac; il vit les métaux qui allaient bien, et ceux qui n'allaient pas ; il montra l'importance de cette méthode à son patron et en 6 mois en 1910, il fut nommé contremaître et les 50 centimes de l'heure qu'il gagnait lui furent payés 400 francs par mois.

Lorsque en 1911 une boulonnerie des Ardennes me demanda un contremaître je n'eus pas d'hésitation et c'est ce garçon Revol qui fut désigné. Dans les Ardennes il remplit ses fonctions avec un soin extraordinaire, si bien que ce garçon qui gagnait 50 centimes de l'heure fit des articles remarquables sur l'utilisation de la métallographie d'une part et sur le caractère des ouvriers qu'il dirigeait . C'était alors quelque temps avant la guerre; un gros industriel français me dit; il faut répandre le plus tôt possible la méthode Taylor; la France ne suit pas le mouvement, donnez nous donc quelqu'un qui puisse réaliser le sujet en mains, et partir suivre Taylor en Amérique. Nous n'avons eu aucune hésitation, cette fois encore, Revol fut désigné et partit en Amérique et à 18.000 francs. Il partit en Amérique en avril

1914;au mois de juillet, il rentrait en France. En Septembre il était tué de la balle laplus stupide en Champagne.

Celui-là n'a pas douté de l'influence de la science sur l'industrie.