

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 n° 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](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](mailto: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 possible 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]
	Conférence sur la situation économique de la métallurgie [6 avril 1916]
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	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 les causes de la supériorité de l'Allemagne
Adresse	[s.l.] : [s.n.], 1916
Collation	31 f.
Nombre de vues	64
Cote	CNAM-BIB Ms 271 (18)
Sujet(s)	Guerre mondiale (1914-1918) -- Aspect économique Industries métallurgiques
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-202402071752651019
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?MS271.18

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 ([II](#) et [III](#)) ; 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.

an. 950 MS 271 (18)

X M. Guillet

10 avril 1916



M. GUILLET. 10 Avril 1916

- 1 -

Mesdames, Messieurs,

Dans les deux premières conférences que j'ai eu l'honneur de vous faire, j'ai cherché à vous exposer très sommairement l'état actuel économique et technique des différentes industries métallurgiques en France et en Allemagne.

Pour résumer ces conférences au sujet de l'économie, je vais vous projeter tout de suite un tableau comparatif de la situation dans les deux pays.

	Production mondiale	France	Allemagne
Fer:	172.769.000	21.714.000	28.608.000
Fonte :	78.406.000	5.000.000	16.000.000
Acier:	75.000.000	4.000.000	17.000.000
Charbon :	1.339.000.000	40.000.000	278.000.000

En ce qui concerne le cuivre, j'ai insisté pour vous dire que la France n'en produisait pas; l'Allemagne en produit, grâce aux mines du Mansfeld, 41.00 tonnes; la France en obtient 12.000 provenant surtout de déchets ou du traitement de mattes étrangères.

Pour le plomb, nous trouvons :

181.000 tonnes en Allemagne

28.000 tonnes en France.

Au point de vue du zinc, j'ai indiqué que les statistiques donnaient France et Espagne:

Allemagne: 263.000 tonnes

France et Espagne: 71.000 tonnes

Production mondiale: 978.000 tonnes

Pour l'étain nous avons 8.000 tonnes et 9.000 pour une production de 29.000 tonnes dans tout le monde..

On a signalé qu'en Allemagne le minerai de nickel était sous la dépendance de la France et la Nouvelle Calédonie, et de l'Angleterre par le Canada.

Enfin pour l'aluminium, la production totale en 1913 a été de 8.000 en France, rien ^{en} Allemagne. On a négligé l'usine qui est aux chutes de Suisse, qui est entre les mains de l'Allemagne et qui utilise le minerai de Dalmatie mis en exploitation depuis le début de la guerre.

Voici donc, Messieurs, la situation au point de vue de la production. Je voudrais donc commencer avec vous aujourd'hui, pour la finir la prochaine fois, l'étude systématique des causes de la supériorité ~~ordinaire~~ incontestable de l'Allemagne en dehors de ce fait de la supériorité de son sol.

Au point de vue de l'ordre dans lequel nous procéderons, nous pourrons diviser ces causes en deux catégories: causes pratiques d'une part, d'autre part, causes morales

Les causes pratiques sont, par ordre d'importance, en dehors du rapport du sous-sol, l'union intime de la science et de l'industrie, c'est la question d'aujourd'hui,

l'organisation même des usines qui d'ailleurs est très discutable (je vous ai montré que l'Allemagne n'a que fort peu participé à l'édification des méthodes de Taylor,)

De plus l'organisation commerciale que nous étudierons pour l'organisation des bureaux d'études, des bureaux

1152 (58)

bibliographiques et des cartels sur lesquels je n'insisterai pas puisque cela a fait l'objet d'une conférence d'un de mes collègues;

l'organisation de l'enseignement technique;
enfin l'organisation de la presse scientifique et technique.

Comme causes morales, on doit citer:

l'organisation méthodique de l'effort,
l'appui constant de l'Etat
et il faut bien ajouter à cela la facilité avec laquelle l'allemand s'expatrie,
et il faut mettre en tête de toutes ces causes morales, la facilité avec laquelle l'allemand sait tirer parti de certaines connaissances à l'étranger; vous avez trop conscience de tout le réseau de l'espionnage allemand pour ne pas douter de la supériorité ^{de} dans laquelle les Français ne voudraient naturellement à aucun prix.

1° Rôle de la science dans l'industrie.

Pour étudier cette question dont je me suis occupé d'une façon spéciale depuis 15 ans, je chercherai d'abord à vous faire comprendre ce qu'est la science moderne, puis les méthodes scientifiques qui doivent être étudiées dans la métallurgie, ensuite j'énumérerai les principaux services rendus par la science à la métallurgie, et enfin, nous verrons comment les deux pays, d'une part, la France, d'autre part, l'Allemagne, ont utilisé la science dans l'industrie métallurgique.

Qu'est-ce donc d'abord que la science ?

La science est en somme la connaissance complète de tous les facteurs qui interviennent dans un phénomène déterminé; peu nous importe que ce phénomène soit d'ordre très élevé

MS 2 (87)

innojieni si siupesi me aiesco ees te esprindetotiaid

te miu a soneritatu astei dojori tist a also emprin

mea colligere;

emprinset dñmosegianeti si nojcasinopoti

je aubilinene sanoci si gossejatotiai tispa

emprinset

tridu siro no aebjor meano a ees

ou d'ordre vulgaire: du moment qu'on en connaît tous les facteurs et qu'on sait les caractériser et qu'on connaît leur influence, on connaît la science.

En métallurgie, la méthode scientifique est celle qui permet:

1° d'énumérer tous les facteurs qui interviennent dans une opération métallurgique;

2° de déterminer d'une façon nette et précise l'influence de tous les facteurs sur l'opération métallurgique elle-même c'est-à-dire sur les produits en somme de cette opération.

Il faut donc non seulement connaître les facteurs mais leur donner, leur attribuer un rôle proportionnel à leur influence; il reste encore un dernier point:

On fait confusion quand, comme en Allemagne, on compare la science avec ce qu'ils appellent la Kultur; ce qu'on peut appeler la compétence; ce sont deux choses différentes. De même on ne comprend pas très bien comment, dans des polémiques célèbres, on a pu chercher à opposer science et art; Ce sont des choses complètement différentes.

Pour bien vous définir ce qu'est la science, je ne saurais mieux faire que de vous lire l'un des passages les plus remarquables de M. Henri Le Chatelier, *le* Membre de l'Institut, dans un opuscule publié tout récemment dans la Revue de métallurgie, sur les fameuses méthodes de Taylor. Il dit ceci:

Pour bien des gens.....

.....

D'ailleurs la méthode scientifique peut trouver des applications non seulement dans l'industrie, mais dans des faits journaliers, on peut faire une étude scientifique des choses culinaires, la cuisson d'un oeuf à la coque, opération

si difficile à faire peut se définir par une méthode scientifique mais qui permet d'obtenir un résultat constant lorsqu'on maintient constant tous les facteurs d'une opération.

Etant donnée cette définition même de la science, on peut se demander quels services elle a rendus à l'industrie métallurgique.

Mais avant il y a un point que je veux vous faire noter: il y a une autre différence entre la science et l'empirisme; au contraire de la science, à savoir que rien n'est plus facile à enseigner que la science, on ne peut ~~four~~ pas enseigner l'empirisme.

Vous me direz, il y a bien longtemps qu'on fait de la science; lorsque nous avons dans nos usines des ennuis dans une fabrication, nous cherchons tous à employer la science pour analyser tous les facteurs.

Mais au contraire de ce qui se passe pour la ~~prose~~ que l'on fait, comme M. Jourdain, tous les jours, sans le savoir, il est extrêmement difficile de faire de la ~~science~~ sans s'en rendre compte. Il ne suffit pas en effet lorsqu'on étudie un phénomène scientifique d'énumérer tous les facteurs qui interviennent dans ce phénomène, il faut les préciser, et c'est la caractéristique de la science, il faut les mesurer. Il faut donc mesurer tous les facteurs qui interviennent dans un phénomène, par conséquent il faut connaître exactement la manutention de tous les appareils de mesure et cela c'est faire de la science.

Voyons donc comment on a pu appliquer la science à l'industrie métallurgique.

C'est certainement la méthode qui a donné le maximum ~~de prix de revient~~ de rendement avec le minimum de prix de revient. C'est pas la science assurément qu'on arrive à ce résultat.

24 (18)

54

Les méthodes scientifiques employées dans l'industrie métallurgique peuvent être partagées en deux catégories assez vagues.

D'une part, les méthodes qui interviennent dans la fabrication proprement dite, et d'autre part, les méthodes qui interviennent pour perfectionner les produits.

Les méthodes scientifiques qui ont permis d'améliorer l'industrie métallurgique sont d'abord l'analyse chimique qui est, disons le avec Lavoisier, de naissance essentiellement française.

Elle s'applique aux matières premières, aux produits intermédiaires, aux gaz, aux scories et à fortiori aux produits finis.

Puis les études physico-chimiques dont le principe est l'équilibre entre l'oxyde de carbone et l'anydride carbonique qui a ~~perfectionné~~ facilité singulièrement l'étude des gazogènes et leur perfectionnement.

Puis l'étude des températures qui a facilité singulièrement l'étude des pyromètres. Cette étude est faite de façon très spéciale par mon collègue M. Boudouard, au Collège de France. Elle est également, tout au moins, en tant qu'industrie, de naissance essentiellement française et les noms de M. Henri Le Chatelier et Ferry resteront attachés à la mise en pratique des pyromètres industriels.

La mesure des températures, vous en aurez des preuves par des projections cinématographiques; elle a permis de perfectionner d'une façon extraordinaire tout ce qui est traitement thermique. Il est certain que toutes les usines fabriquent à l'heure actuelle des quantités innombrables d'obus et utilisent en France les mesures de température.

Pour les méthodes utilisées dans le perfectionnement

per mejorar estos resultados empleando gases inflamables
que tienen una gran cantidad de calor.

Algunas de las propiedades que se han de tener en cuenta para
que el gas sea de calidad para su uso son:
1. La pureza del gas, que es la cantidad de impurezas que
contiene. Se considera que el gas es de calidad si tiene
menos de 1% de impurezas.
2. La temperatura del gas, que es la cantidad de calor que
tiene el gas. Se considera que el gas es de calidad si tiene
una temperatura de 100°C.

3. La presión del gas, que es la cantidad de fuerza que ejerce el gas
sobre las paredes de su recipiente. Se considera que el gas es de calidad si tiene
una presión de 1 atmósfera.

4. La duración del gas, que es la cantidad de tiempo que el gas permanece en su recipiente.
5. La temperatura del gas, que es la cantidad de calor que tiene el gas.

6. La presión del gas, que es la cantidad de fuerza que ejerce el gas
sobre las paredes de su recipiente. Se considera que el gas es de calidad si tiene
una presión de 1 atmósfera.

7. La duración del gas, que es la cantidad de tiempo que el gas permanece en su recipiente.
8. La temperatura del gas, que es la cantidad de calor que tiene el gas.

9. La presión del gas, que es la cantidad de fuerza que ejerce el gas
sobre las paredes de su recipiente. Se considera que el gas es de calidad si tiene
una presión de 1 atmósfera.

10. La duración del gas, que es la cantidad de tiempo que el gas permanece en su recipiente.
11. La temperatura del gas, que es la cantidad de calor que tiene el gas.

12. La presión del gas, que es la cantidad de fuerza que ejerce el gas
sobre las paredes de su recipiente. Se considera que el gas es de calidad si tiene
una presión de 1 atmósfera.

13. La duración del gas, que es la cantidad de tiempo que el gas permanece en su recipiente.
14. La temperatura del gas, que es la cantidad de calor que tiene el gas.

15. La presión del gas, que es la cantidad de fuerza que ejerce el gas
sobre las paredes de su recipiente. Se considera que el gas es de calidad si tiene
una presión de 1 atmósfera.

des produits, outre l'analyse chimique avec la question des températures, la question d'équilibre il y a la question des méthodes d'essai mécanique et la question des méthodes d'essais physico-chimiques.

Je voudrais insister sur ce dernier point. Ce serait un lieu commun de vous dire ~~quand~~ qu'un métal ne peut pas être appliqué à n'importe quoi; il est évident que vous ne songerez ^{pas} à faire des poutres de plancher en plomb, parce que pas assez résistant, pas plus qu'en cuivre. Avec le cuivre, vous pourriez peut-être avoir des hésitations au point de vue de la résistance, vous n'en auriez pas pour le prix.

Le choix du métal pour une application déterminée vous apparaît comme une chose nette et précise.

Quelles sont les méthodes qui permettent à l'heure actuelle, dans l'industrie, de préciser les qualités que doit renfermer un métal ou un alliage pour servir à tel ou tel usage?

Un premier essai, est le banal essai de traction et que je vais tâcher de vous expliquer d'une façon très claire en quelques mots.

Supposons que nous ayons à faire à des fils de différents métaux, ayant, non pas 1 millimètre de diamètre, mais une section de 1 millimètre carré.

Nous voici partant de ces fils différents. Plaçons les les uns à côté des autres et ~~comme ils ont tous 1 millimètre carré de section~~, nous allons accrocher ces fils par une de leurs extrémités. Voici un de ces fils. Nous allons prendre pour l'accrocher un moyen très simple; un plateau de balance sur lequel nous allons mettre des poids progressivement. Voici un fil qui va être fractionné suivant la verticale

MS 24 (18)

et par des poids progressifs. Dans cet essai, on peut déterminer certains coefficients, je n'en prendrai que deux.

Il arrivera un moment où le fil va casser; si j'appelle P le poids total qui aura été mis, étant donné que la section est 1 millimètre carré, P représentera la résistance du métal par millimètre carré de section.

$P = R$ ou Résistance à la traction par m/m de section.

Nous avons eu soin de placer sur les fils deux points de repère a et b distants de 100 millimètres.

Si après la rupture, nous rapprochons ces deux parties de fil, nous nous apercevons que la distance de a à b n'est plus de 100 millimètres, mais 120 millimètres. Nous avons donc une augmentation de 20 millimètres par 100 millimètres.

Nous dirons que l'allongement à la rupture du métal sera de 20 %.

Nous avons défini ainsi les deux principaux coefficients de l'essai de traction à savoir: 1^o la charge de rupture qui est en somme la charge maximum par millimètre carré de section que le métal peut supporter sans se rompre. Si on lui ajoute un tant soit peu de force, il y a rupture. 2^o l'allongement c'est-à-dire la quantité rapportée à 100 dont le métal s'allonge par rupture.

Vous comprenez très bien qu'il y a un grand intérêt à être fixé sur la valeur de ces deux coefficients pour les différents métaux.

Pour vous montrer le champ relativement peu étendu que nous offrent les métaux industriels, je vais vous projeter une série de déterminations que j'ai faites au commencement de mon enseignement à l'Ecole Centrale.

Voici rangés par ordre décroissant de charges de rupture les différents métaux industriels.

(8)
(7)
24
15

Le plus fort au contraire de ce qu'on s'imaginait est le nickel

	Charge de rupture	Allongement
Nickel	50	40
Fer	30	40
Fer industriel	27	
Platine	25	10
Cuivre	21	50
Aluminium	12	30
Argent	12	?
Or	11	30
Etain	8	?
Zinc	6	?

Les points d'interrogation que vous voyez au sujet de certains allongements, viennent de ce que l'essai à la traction donne, pour certains ~~meilleurs~~ métaux, quant aux allongements, des résultats extrêmement variables suivant la vitesse avec laquelle on applique la charge.

Exemple, le zinc, lorsqu'on laisse tomber la charge rapidement, à 0 % ; avec une très sage lenteur, on va jusqu'à 120 % d'allongement. Ceci veut dire qu'un fil qui a 100 millimètres avant l'essai, aura 220 millimètres lorsque l'essai est fait.

Je vous ai déjà dit que le développement métallurgique allemand n'est nullement dû à la participation de l'Allemagne dans l'édification des méthodes métallurgiques modernes; mais elle a su profiter des découvertes faites par les voisins.

Si on cherche l'origine des différents essais, on voit le nom de Frémont figurer dans des mémoires où il a fait état de bien des essais de mécanique donnant des résultats extrêmement intéressants.

(81)
H 2
HS

Il semble bien que ce soit à un Français, à Réaumur, que l'on doive les premiers essais mécaniques de produits métallurgiques et c'est à Perronet que l'on doit la première machine de traction construite dans le monde. Cette machine fut utilisée également par Soufflot pour se fixer sur la valeur des pierres utilisées dans la construction du Panthéon.

C'est en Angleterre, en 1813, à Brighton que l'on a fait d'une façon industrielle courante les machines à traction si répandues à l'heure actuelle dans l'industrie.

Si le champ ouvert par les métaux industriels sur la rupture et l'allongement est très restreint, vous verrez pour les alliages combien le champ est plus étendu.

Avec les métaux, on arrive à 50 kilogs de charge de rupture et ce chiffre est tout à fait extraordinaire. On peut à l'heure actuelle d'une façon courante avoir des aciers qui après des essais thermiques convenables peuvent supporter 100 et 200 kilogs. Certains aciers au silicium peuvent atteindre 230 kilogs.

Nous passons, vous voyez de 50 à 230 kilogs. Le champ est extrêmement étendu.

Essais au choc.

L'essai de traction ne renseigne pas sur une certaine propriété de la matière, celle de se briser plus ou moins rapidement.

On connaissait des tôles qui donnaient d'excellemens allongements et qui cependant abandonnées à elles-mêmes de la hauteur d'un homme se brisait sur le sol. On sait que certains aciers donnent des allongements énormes et sont extrêmement fragiles; cependant il n'y a pas de relation entre l'essai de traction et l'essai au choc.

Pendant longtemps, il semble avoir été employé par Réaumur. Ces essais se faisaient de façon primitive. Un barreau de forme rectangulaire était mis sous un marteau. On lais-

(58)
44
19
11

reau de forme rectangulaire était mis sous un marteau qu'on laissait ^{retomber} plusieurs fois jusqu'à ce que le barreau se casse. On comptait le nombre de coups; c'était l'essai au choc.

Il est devenu réellement scientifique sous l'inspiration de deux français: Frémont, d'une part, Charpy, de l'autre. Frémont a construit de nombreux appareils mécaniques et Charpy, Savant Directeur des Usines Saint-Jacques à Montluçon, a beaucoup fait pour l'industrie sidérurgique.

Un troisième français, Directeur des Usines Caille à Denain a créé une troisième catégorie d'appareils.

On a apporté quelques modifications très sommaires à ces appareils, mais c'est en réalité dans les laboratoires français qu'ils sont nés. Même en Allemagne, ce sont des ^{tent} appareils de naissance française qui permettent d'essayer les métaux au choc..

Comme je vais vous l'indiquer, les caractéristiques de cet essai, c'est de permettre la rupture de l'éprouvette en une seule fois. On peut alors mesurer la quantité de kilogrammètres, c'est-à-dire l'énergie nécessaire pour briser un barreau de forme déterminée ~~et~~. On a un barreau de forme rectangulaire qui se trouve entaillé sous la face opposée au choc à la rupture; l'entaille a été choisie de façon telle que le brisement ait lieu par un seul coup de ~~marteau~~.mouton. Le mouton après avoir brisé l'éprouvette vient rencontrer des ressorts qui par leur abaissement mesurent la quantité d'énergie qui reste dans le mouton; étant donné que ce mouton tombe d'une hauteur déterminée, qu'il pèse un poids déterminé, qu'il a une énergie de 40 kilogrammètres, qu'il reste une énergie de 20 kilogrammètres, la rupture a nécessité 20 kilogrammètres. Le mouton de Charpy consiste à laisser tomber une masse formant pendule qui vient, suivant la verticale trouver le barreau placé en B. Ce pendule tombe d'une hauteur

(18)
TS 24

connue H , va se relever d'une hauteur moindre ; connaissant les deux points, on connaît l'énergie consommée.

La troisième méthode est celle de Guerry qui consiste à prendre un volant d'un point déterminé et tournant autour de son axe. On en mesure le débit au moyen d'un manomètre. Au moyen d'un déclic on approche le barreau qui se casse. La vitesse du volant diminue, puisque le barreau est brisé ; on lit sur le manomètre le nouveau débit du volant et on en déduit l'énergie consommée par le barreau pour se rompre. Ces trois méthodes sont toutes les trois d'origine française et elles sont employées d'une façon universelle à l'heure actuelle. Dans le dernier Congrès des méthodes d'essai c'est la méthode Charpy qui a semblé le plus généralement utilisée.

J'arrive à la troisième méthode d'essai, l'essai de dureté employé sous différentes formes et n'ayant une valeur industrielle que grâce à la forme qu'i lui a été donnée en 1900 au Congrès des méthodes d'essai, par un Suédois Brinell qui a donné cette méthode universellement et quotidiennement employée sur une échelle très grande pour la fabrication des munitions.

Cette méthode est basée sur l'empreinte de la bille sous une pression déterminée.

A la surface plane d'un métal, on applique une bille de diamètre déterminé ; on agit sur cette bille au moyen d'un appareil avec une pression qu'on détermine. Il s'ensuit dans le métal ~~des~~ une empreinte de billes qui, si on la regarde en plan, laisse entrevoir une circonference dont on mesure le diamètre d'.

Nous avons donc une empreinte de bille dont nous mesurons le diamètre.

Il y a des tables qui permettent de déduire la sur-

18
17
16
15

faces de la colonne cylindrique imprimée dans le métal par la bille. Si le métal est dur, l'empreinte sera plus petite et elle sera plus grande si le métal est plus doux.

On désigne sous le nom de chiffre de dureté de Brinell, Δ le rapport de P à S et sous cette forme $\frac{P}{S} = \Delta$

Voici une façon très pratique de classer les métaux par ordre de dureté.

Je vous ai dit ce qu'était la Résistance à la traction. R. Brinell a établi que R à la traction est égale à Δ multiplié par c , coefficient qui a été déterminé de façon précise pour les aciers durcis, pour le cuivre et le laiton. Ainsi, par exemple quand on connaît le chiffre de Brinell du cuivre, on multiplie Δ par le coefficient du cuivre 0,50 (cest le coefficient pour le cuivre et le laiton) et on obtient la Résistance.

On emploie également les essais de flexion, de pliage, de cisaillage et de traction répétée.

Ce sont des essais faits sous une force déterminée et non sous des forces répétées et relativement faibles qui sont celles de l'industrie. On pourrait étudier tous ces essais en détail, mais le temps me manque.

Nous avons mesuré tout à l'heure le nombre de kilogrammètres nécessaires pour briser une éprouvette déterminée.

^{Cela se} Si on traduit par la résilience, c'est-à-dire, en somme, le nombre de kilogrammètres nécessaires par centimètre carré de section pour rompre, dans l'essai de choc, une éprouvette de forme et de taille déterminée.

Suivant la forme de l'éprouvette, suivant la forme de l'entaille, suivant même l'appareil employé, il y a des variations dans la résilience d'un même métal. Ce chiffre permet de faire le calcul des différentes pièces.

Il permet surtout de faire des comparaisons avec des

(18)
24
15

cas existants, des analogies avec la pratique.

Un exemple très délicat et très frappant, c'est l'engrenage d'automobile, lorsque surtout, il n'est pas un engrenage d'emprise. Les engrenages doivent avoir toutes sortes de qualités; ils doivent être suffisamment résistants, ne pas se briser, avoir par conséquent ~~assez~~ une résilience assez élevée et résister au frottement, point sur lequel on n'est pas bien fixé. On est arrivé par comparaison surtout sur les aciers au nickel-chrome à résoudre ces différentes qualités; on a pu donner les qualités de différents produits métallurgiques, mais ce ne sont pas les caractéristiques de ces produits.

Ce n'est pas la caractéristique d'un acier doux d'avoir 40 % de rupture et 300 % d'allongement. Ces qualités sont variables avec le traitement ~~suivant~~ suivi.

Ainsi un acier doux, lorsqu'il a reçu à la fin de sa fabrication pour des raisons de calibrage un coup de laminoir à froid, a une charge de rupture qui peut monter à 50, 60, son allongement s'abaissera à 2 et 3 %.

Pour vous montrer d'une façon très nette, très rapide l'influence des différents traitements sur les propriétés des produits métallurgiques, je vais vous faire quelques projections qui vont bien frapper votre esprit.

Projections:

Voici d'abord une lame d'acier doux qui a été essayé sous une bille à l'état naturel; au-dessus la même lame quand elle a reçu un coup de laminoir à froid. La dureté n'est pas la même, les empreintes de billes sont beaucoup plus faibles.

Voici un phénomène extrêmement intéressant, étudié de différents côtés; c'est un Français, M. Charpy qui l'a

(1) 84 23 11 10 10 10

l'a signalé pour la première fois:

Voici un métal, une tôle d'acier essayée à la bille, Dans cet essai le métal s'est écroui; on a recuit ensuite le métal en le réchauffant, le métal a cristallisé, non pas quant à la masse, mais à certains points atteints par l'é-ecrouissage. Le métal a reçu une altération; il est beaucoup plus fragile.

Voici un produit durci par apport de carbone; voici sa dureté au cœur de la pièce et sa dureté au bord. Voici un changement de propriétés survenu par le traitement chimique.

Phénomène étudié par M. Chatelier.

Un métal écroui est beaucoup plus altérable que le métal recuit.

Voici une altération du métal écroui.

Autre phénomène décoré du nom de maladie contagieuse des métaux; Cohen l'a étudié ; il est très intéressant.

L'étain peut exister sous deux formes allotropiques; l'étain blanc qui fait entendre ce cri particulier quand on le ploie, celui qu'on utilise dans l'industrie et l'étain gris qui est de la poussière.

Cet étain blanc se transforme en étain gris avec une vitesse énorme à moins 20°. Il est arrivé que des boutons d'équipements militaires expédiés de l'Inde en Russie sont arrivés en poussière par suite de cette transformation d'étain blanc et étain gris.

Mais si l'on prend l'étain blanc et qu'on pique à l'aide d'une aiguille, l'étain gris avec cet étain blanc, l'étain ^{blanc} gris se transforme immédiatement en étain ^{gris} gris.

(8)
22
25

Autre fait intéressant sur lequel on est moins fixé:

Quand vous prenez du fameux lation à cartouches, composé de 67 % de cuivre, et de 33 % de ~~copper~~ zinc.

On l'écrouit par un laminage à froid, puis on coupe la bande en deux. Si vous faites recuire la moitié, vous avez le même métal, l'un à l'état écroui, l'autre à l'état recuit; vous placez ces deux feuilles l'une sur l'autre, pour donner plus de contact, vous mettez des poids; au bout d'un certain temps, si vous prenez les deux feuilles, la feuille recuite n'a pas changé, mais la feuille écrouie tend vers la feuille recuite; elle a perdu son écrouissage.

Les métaux tendent vers un état stable et c'est l'état qui correspond aux constituants normaux à la température ordinaire.

Des métaux trempés et revenus perdent au bout d'un certain temps une partie de la trempes.

J'attirai tout à l'heure votre attention sur ce fait que le champ de l'emploi des métaux industriels était relativement très faible.

Voyons maintenant le champ des propriétés des alliages; ce sont des produits métallurgiques provenant de l'union d'un métal avec un autre ~~corps~~ corps, peu importe que cet autre corps soit un métalloïde comme le phosphore ou le silicium ou un autre métal, fer, cuivre, etc. Le champ au point de vue propriétés mécaniques est extrêmement vaste; on peut aller jusque 250 kilogs de rupture; pour les aciers au manganèse on peut avoir 200 % d'allongement.

La résilience peut varier de 30 à 60 kilogrammètres. Le chiffre de Brinell même va jusqu'à

Les alliages permettent d'atteindre d'étendre ce champ. Il y a d'abord une chose tout à fait remarquable:

MS 24 (18)

1922. Sinten dat de huidige en toekomstige besteding
van de overheid en de gemeente niet meer voldoet.

De huidige besteding van de overheid en de gemeente
is niet meer voldoende voor de uitvoering van de huidige

staat van de landbouw en de industrie en voor de uitvoering
van de huidige en toekomstige besteding van de overheid en de

gemeente moet de besteding van de overheid en de gemeente
verhoogd worden en moet de besteding van de overheid en de

gemeente voor de uitvoering van de huidige en toekomstige
besteding van de overheid en de gemeente moet de besteding van

de overheid en de gemeente verhoogd worden en moet de besteding van

de overheid en de gemeente verhoogd worden en moet de besteding van

de overheid en de gemeente verhoogd worden en moet de besteding van

de overheid en de gemeente verhoogd worden en moet de besteding van

de overheid en de gemeente verhoogd worden en moet de besteding van

de overheid en de gemeente verhoogd worden en moet de besteding van

de overheid en de gemeente verhoogd worden en moet de besteding van

de overheid en de gemeente verhoogd worden en moet de besteding van

de overheid en de gemeente verhoogd worden en moet de besteding van

de overheid en de gemeente verhoogd worden en moet de besteding van

de overheid en de gemeente verhoogd worden en moet de besteding van

ce sont les anomalies qui sont présentées par ces alliages.

Prenez deux métaux, cuivre et étain. Les deux sont extrêmement malléables. On peut en faire des feuilles de très peu d'épaisseur. Unissons les deux métaux, dans la proportion de 60 parties de cuivre et 40 d'étain.

Ces deux métaux donnent naissance à un alliage extrêmement fragile, brisant comme du verre; il suffirait de le faire tomber de 50 centimètres pour qu'il se brise.

Le zinc se lamine aisément en feuilles; le cuivre, plus aisément encore; le cuivre et le zinc, unis dans les proportions de 50 de cuivre et de 50 de zinc donnent des alliages extrêmement fragiles.

Voilà des exemples de métaux extrêmement malléables qui donnent des métaux très fragiles;

Prenons le et le cadmium, unissons les dans une certaine proportion, nous obtiendrons un alliage violet d'évêque. Or les deux corps unis sont presque incolores, gris et blancs, ils donnent naissance à un alliage extrêmement coloré.

Prenez le cuivre rose et le zinc blanc, donnant des alliages variant beaucoup de coloris suivant les proportions dans lesquelles on les unit.

90 parties de cuivre et 10 de zinc donnent une couleur dorée; en diminuant la proportion de cuivre la couleur devient jaunâtre; le laiton à cartouche est verdâtre; puis ensuite, en changeant encore la proportion, la couleur devient rouge doré pour redevenir blanc, puis rose aux environs de 50 % de cuivre et de 50 % d'étain; puis il redevient gris rappelant la couleur du zinc.

Au point de vue chimique on connaît des alliages pres-

18
24
35

comptes que les consommateurs font en utilisant les services de vente au détail et faire de services autres que ceux de vente au détail sont mis au défi de faire de meilleurs services aux consommateurs qui utilisent leurs services.

Il existe également une autre manière de faire de meilleurs services aux consommateurs, c'est-à-dire de faire de meilleurs services aux consommateurs en utilisant les méthodes de vente au détail qui sont utilisées dans les magasins de vente au détail. Ces méthodes sont utilisées dans les magasins de vente au détail pour faire de meilleurs services aux consommateurs. Ces méthodes sont utilisées dans les magasins de vente au détail pour faire de meilleurs services aux consommateurs.

Il existe également une autre manière de faire de meilleurs services aux consommateurs, c'est-à-dire de faire de meilleurs services aux consommateurs en utilisant les méthodes de vente au détail qui sont utilisées dans les magasins de vente au détail pour faire de meilleurs services aux consommateurs.

Il existe également une autre manière de faire de meilleurs services aux consommateurs, c'est-à-dire de faire de meilleurs services aux consommateurs en utilisant les méthodes de vente au détail qui sont utilisées dans les magasins de vente au détail pour faire de meilleurs services aux consommateurs.

Il existe également une autre manière de faire de meilleurs services aux consommateurs, c'est-à-dire de faire de meilleurs services aux consommateurs en utilisant les méthodes de vente au détail qui sont utilisées dans les magasins de vente au détail pour faire de meilleurs services aux consommateurs.

Il existe également une autre manière de faire de meilleurs services aux consommateurs, c'est-à-dire de faire de meilleurs services aux consommateurs en utilisant les méthodes de vente au détail qui sont utilisées dans les magasins de vente au détail pour faire de meilleurs services aux consommateurs.

Il existe également une autre manière de faire de meilleurs services aux consommateurs, c'est-à-dire de faire de meilleurs services aux consommateurs en utilisant les méthodes de vente au détail qui sont utilisées dans les magasins de vente au détail pour faire de meilleurs services aux consommateurs.

que pas attaquables par aucun réactif chimique bien que leurs constituants soient très attaquables; on utilise en ce moment des alliages qui permettent des opérations dans les acides les plus concentrés, bien que les métaux constituants soient attaquables par ces acides.

Au point de vue des densités, on répéterait la même chose; on connaît des alliages de densité tout à fait différentes de celle des métaux constituants.

Voici encore une autre anomalie relativement à la dilatation.

Les magnifiques recherches qui ont été faites par M. Guillaume ont montré que les aciers au nickel ont des variations des coefficients de dilatation tout à fait extraordinaires.

On trouve d'après les tableaux établis, une courbe qui, au début, quand il y a peu de nickel passe par un maximum très accusé aux environs de 36 % de nickel pour se relever d'une façon brutale aux environs de 50 % de nickel.

Pour 36 % de nickel, cet alliage a reçu le nom ~~de~~ d'invar.

Dans des recherches plus récentes, M. Guillaume a montré que si on utilise des aciers plus complexes, contenant du nickel ou du manganèse, la courbe se relève plus lentement et on peut avoir toute une catégorie de métaux très intéressants pour l'industrie ayant des coefficients de dilatation très déterminés.

Toutes ces recherches ont été poursuivies par M. Guillaume avec les ~~aciéries d'A~~ Aciéries d'Imphy; ce sont des recherches essentiellement françaises.

Une autre anomalie extrêmement intéressante c'est celle du magnétisme. Trois métaux magnétiques: nickel, fer et

8
4
2
12

cobalt qui perdent leur magnétisme à des températures différentes.

On pourrait croire qu'un alliage n'est magnétique que s'il contient un métal magnétique; on conçoit très bien que si on mélange du fer et du cuivre, l'alliage soit magnétique; mais avec deux métaux non magnétiques, l'aluminium et le manganèse, par exemple, on obtient ^{aussi} un alliage magnétique.

Toutes ces anomalies de magnétisme, de densité, de propriétés mécaniques, ~~et~~ une anomalie de dilatation ne s'expliquent que parce que les alliages métalliques sont en somme des corps tout comme les autres; quand on unit un métalloïde à un métal ou un métal à un métal, il se forme des combinaisons, des solutions où les métaux peuvent garder leurs propriétés; mais à ces combinaisons correspondent des propriétés nouvelles qui n'ont rien à voir aux propriétés des anciens métaux; pas plus que l'on peut retrouver la propriété du chlore et de l'hydrogène dans l'Acide Chlorhydrique.

Cette étude des propriétés des alliages, due à l'école française en tête de laquelle il faut citer Osmont et Le Chatelier, a fait naître la science métallographie microscopique c'est-à-dire l'étude des métaux au microscope.

Pour faire, le métal est préalablement poli par des moyens qui paraissaient extraordinaires au début. Je me rappelle les moyens pris par Osmont au laboratoire de Troost à la Sorbonne, moyens qui sont devenus industriels grâce à M. Henri Le Chatelier.

Ces moyens sont tellement industriels que tout récemment, alors que j'étais en mission pour la fabrication des munitions, il nous a été possible de créer de toutes pièces, dans une usine de constructions navales qui ne savait pas ce que c'était, un laboratoire de métallographie donnant de 25 à 30 résultats dans une journée. Actuellement ce même laboratoire

18
1
4
2
HS

donne 100 résultats dans une journée.

On a pris des ouvrières qui ont été dressées avec une rapidité extraordinaire; les moyens employés sont extraordinaire et peuvent être mis en n'importe quels mains.

Actuellement le métal est préalablement poli de façon qu'il n'y ait aucune arête visible; faites moi grâce de ces moyens de polissage. Nous voici donc en présence d'une surface ~~ab/~~parfaitement polie ne possédant aucune arête; le métal va ensuite être attaqué. Supposons que ce métal soit formé de différents éléments par exemple de 2 combinaisons juxtaposées à côté l'une de l'autre; si on a fait une étude synthétique de ce métal on a pu voir que les réactifs attaquent une combinaison et pas l'autre. Si on éclaire ce métal par une lumière quelconque et si nous ~~regre~~ regardons sur le sujet la lumière réfléchie nous voyons que le métal entièrement poli réfléchissait la lumière, mais si nous l'attaquons, nous ne verrons, réfléchissant la lumière, que les parties non attaquées. Nous pourrons, par des attaques suivies, distinguer les constituants des autres, étant donné qu'une fois pour toutes nous avons fait l'étude synthétique de ces alliages.

~~Rappelant~~ Rapprochant la vue d'une vue théorique déterminée=~~des~~ dans un premier examen, on obtient ainsi des résultats industriels admirables.

L'opération de polissage, d'examen, de photographie, demande à l'heure actuelle 1/4 d'heure à peine. Dans un laboratoire que j'ai l'honneur de diriger, on fait 20 dessins en une demi-heure.

Quant aux appareils utilisés, il y en a deux:

1° l'Appareil de M. Le Chatelier, non pas seulement utilisé en France, en Angleterre et en Amérique, mais utilisé

(18)
14
22
15

d'une façon courante dans toutes les écoles supérieures d'Allemagne et dans les laboratoires industriels allemands.

Dans cet appareil extrêmement pratique, on éclaire au moyen d'un faisceau lumineux; puis par un prisme on renvoie le rayon lumineux qui vient frapper avec une légère obliquité l'échantillon. La lumière est réfléchie et vient frapper un autre prisme au travers duquel l'image est renvoyée dans l'œil de l'observateur. On peut aussi si l'on veut, au lieu de faire tomber le rayon sur l'œil de l'observateur, le faire tomber sur une plaque photographique.

Projections:

Vue d'un laboratoire. Appareil de M. Chatelier. L'objet à examiner; la lampe qui éclaire l'échantillon. Ce second prisme à réflexion qui doit refléchir l'image.

Lorsque deux métaux sont fondus ensemble et qu'on les laisse refroidir, ils peuvent donner naissance à différents cas: ou bien le métal reste métal; ou les deux se combinent entre eux ou ils sont dissous l'un dans l'autre et restent dissous.

Voici du fer avec de nombreuses scories:

Ici aucune attaque; un fond blanc puis la scorie. Voici l'attaque qui met en vue non plus un seul élément, mais un autre élément que l'on devine dans la photographie

Voici une combinaison de métaux entre eux.

Voici enfin deux métaux juxtaposés qui se sont fondus entre eux. Dans l'attaque, un des éléments s'est usé, l'autre pas autant et donne des ombres portées.

Passons maintenant au point de vue historique.

En laissant les débuts un peu nuageux de l'examen au microscope, on doit attribuer à Sorby, métallurgiste anglais le premier examen de produits métallurgiques au microscope.

Après, à la Sorbonne, Wedig et Martin ont cherché à tirer du microscope quelques essais qui furent excellents.

C'est à Osmont et W ^{qu'on doit l'utilisation du} microscope vers 1885 et c'est en réalité Osmont qui le premier a établi la métallographie microscopique dans un mémoire magistral qui correspond aux plus belles photographies.

Après Osmont est venu Le Chatelier avec ses nombreux élèves qui a créé toute la métallurgie industrielle. Il lui a permis de sortir du laboratoire pour entrer d'une façon triomphante dans l'industrie.

Il a créé les premiers appareils modernes au Collège de France en succédant à Berthelot, à l'Ecole des Mines, puis à l'Ecole de la Sorbonne. Il a propagé toutes ses idées et Charpy et d'autres ont appliqué tous ces principes.

L'étude de la métallographie n'est pas niée même par nos ennemis. Je vais vous lire ce qu'on disait au moment de la mort d'Osmont. Osmont est mort presque subitement le 18 juin 1912 à sa propriété de St-Leu. Dans son testament il avait demandé qu'aucune notice nécrologique ne soit faite; nous n'avons pas pu lui consacrer de longues pages; nous avons cependant tourné la difficulté d'une façon que je qualifierai d'élégante parce qu'elle n'est pas de moi et qui a consisté à faire part de sa mort à tous les métallurgistes étrangers.

lire
Je vais vous ~~quelques~~ ^{lire} quelques lettres de métallurgistes allemands adressées en réponse à cette communication. Nous les avons

(18)
24
25

résumées dans la Revue de Métallurgie.

Voici l'une d'elles :

"Osmont comptait parmi les plus grands métallurgistes

.....
Voici ce qu'écrivait Wurts professeur à l'Ecole d'Aix la Chapelle:

.....
.....

Voici la réponse du Stallverbank

.....
.....

Voici celle de Heine de Berlin...

.....
Voici, Messieurs, l'historique très net de la métallographie.

Voici maintenant quelques projections sur les applications industrielles de la métallographie:

(Suit toute une série de projections sur la métallographie et sur la macrographie. La macrographie correspond à l'examen à l'œil du métal poli).

.....

J'aurais voulu vous parler des services rendus, et j'aurais voulu pour cela prendre quelques exemples. En aurais-je le temps ?

Je veux rappeler d'abord sommairement que c'est du laboratoire que sont issues d'une façon moderne les méthodes métallurgiques, et la méthode de Notmiam Bell qui a permis d'utiliser les gaz des hauts-fourneaux.

C'est du laboratoire que sont sorties les métallurgies

(8)
MS 21

du platine et de l'aluminium et que sont sorties les méthodes modernes d'affinage du cuivre et du Plomb par voie électrolytique et enfin on ne saurait passer sous silence les recherches faites au four électrique par le grand chimiste Moissan pour le carbure de calcium, recherches qui sont la base des alliages ferro-métalliques au four électrique.

Si l'on veut se rendre un compte exact des ~~services~~ services rendus par la métallurgie, il y a un point sur lequel il faut ~~encore~~ insister. C'est la question des traitements thermiques.

Autrefois le traitement thermique était appliqué sans aucune théorie, au hasard absolument et on avait des recettes extraordinaires de bains de trempe; j'en ai cité ici même dans ma première leçon et dans lesquelles on conseillait de prendre le sang d'un homme sanguin et on obtenait un bain, disait-on, merveilleux.

On attribue à l'eau du Furens des propriétés spéciales de trempe.

On connaît la trempe depuis la plus haute antiquité puisqu'on en parle dans Pline^{et qu'on dit que l'acier de l'épée de Thalès a été trempé.}

C'est un grand métallurgiste russe nommé Shernof qui a dit qu'il fallait que l'acier pour être trempé soit chauffé à une température déterminée. Mais c'est à notre compatriote Osmont qu'on doit la première théorie de la trempe publiée dans les Annales des Mines. Du mémoire d'Osmont on déduit que pour obtenir le maximum de trempe, il faut tremper entre 150 ou 200° et avec cela on est assuré de réussir.

Il y a plus encore: la science ne s'est pas contentée en fait de trempe de préciser la façon d'opérer; elle a

(18)
T 24
S 25

précisé par des recherches faites pendant trois ans, elle a mesuré des aciers à coupe rapide; les résultats des ces travaux figurent dans l'œuvre de Watt et de Taylor paru à l'exposition de Vienne.

Les aciers riches en chrome, en tungstène, pauvres en carbone ont la propriété de ne pas supporter la trempe au rouge au contraire de tous les aciers connus jusqu'alors. Je ferai là-dessus au début de la prochaine leçon des projections pour vous montrer comment on a pu dans l'industrie de l'automobile, appliquer ces choses.

Je reviens sur la question des aciers spéciaux qui permettent d'obtenir des qualités qu'on ne trouve pas ailleurs des résistances plus fortes, des résiliences plus fortes et qualités d'autres encore.

Les aciers au nickel qui ont été employés les premiers ont été découverts en France par la Société, le Ferro-nickel, de 1883 à 1885 et l'on ne saurait trop rappeler ici le nom de l'auteur, M. Marbeau dont le nom nous est doublement cher, d'une part au point de vue métallurgique, d'autre part, nous nous en souvenons tous, le nom de la bataille de Meaux se trouve légitimement lié à celui de Monseigneur Marbeau..

Ces aciers au nickel chargés de 20 % de carbone ont été découverts entre 1883 et 1885 et pour la première fois les essais ont été faits à l'usine de Lizy sur Ourcq et à Montatière en 1885. Ces échantillons ont figuré au Congrès de l'Iron Institute à Londres et à l'Exposition française de 1889.

Ensuite toutes les études se sont poursuivies aux aciéries d'Imphy; les longues études de M. Dumas et Bessmer se sont coordonnées, se sont simplifiées et à l'heure actuelle, grâce à ces recherches, on ne se demande plus la quantité de nickel incorporée dans un acier pour avoir certaines propriétés

24 (18)
25
26

il y a des diagrammes qui permettent de savoir où il faut frapper de façon mathématique pour connaître certaines propriétés.

Il y a par exemple des aciers contenant 20 % de manganèse qui jouissent d'une propriété de non fragilité tout à fait remarquable et ont été découverts en 1887 par un métallurgiste anglais Sir Humphry à Sheffield. Les aciers au chrome faits pour la première fois en Amérique, mais c'est ~~ont été~~ notre compatriote Brunman qui a établi la véritable fabrication de ces aciers.

L'acier au tungstène a des propriétés spéciales. C'est M..... qui l'employa industriellement pour la première fois en 1859. En France le Comité des Forges et Hauts-Fourneaux d'Allevard emploient les aciers au tungstène.

Enfin le vanadium a été étudié spécialement par deux grands chimistes français, Ste-Claire Deville et C.....

Les applications industrielles ont été faites par un français en 1893 et reprises à Sheffield en 1899.

On voit donc que la nation ennemie n'a que très peu, pour ainsi dire pas du tout coopéré à l'édification des méthodes métallurgistes modernes.

Comment a t'elle profité de ces méthodes ?

C'est simple.

Parlons seulement des plaques de blindage. Il y a 3 ans, on pouvait affirmer que pas une usine française n'avait un procédé pour la fabrication des plaques de blindage. C'était la maison Krupp qui se chargeait de cela et toutes les maisons françaises et américaines étaient solidaires de ces brevets.

Mais les usines françaises ont fait des recherches;

MS 24 (18)

— en el que se lleva en suspenso que es el
— de acuerdo con las distinciones que se han hecho en
— que se han hecho en el orden de la naturaleza y la

— que establece que en ordenadas entre las que
— en la que se establecen que es la clasificación que se
— las divisiones y los órdenes que se han establecido
— que se han establecido en el orden de la naturaleza y la

— que establece que el orden de la naturaleza establecido es
— que se establece en el orden de la naturaleza establecido es
— que establece que el orden de la naturaleza establecido es

— que establece que el orden de la naturaleza establecido es

— que establece que el orden de la naturaleza establecido es

— que establece que el orden de la naturaleza establecido es

— que establece que el orden de la naturaleza establecido es

— que establece que el orden de la naturaleza establecido es

— que establece que el orden de la naturaleza establecido es

— que establece que el orden de la naturaleza establecido es

— que establece que el orden de la naturaleza establecido es

Deux de ces usines se sont distinguées par l'édification des nouvelles méthodes. Charpy, d'une part à Montluçon a créé une technique nouvelle plus scientifique que les méthodes allemandes pour la fabrication des plaques de blindage. M. ~~Macchette~~ et M. Branly, chef de l'usine de St-Chamond ^{ont} obtenu une nouvelle méthode pour les plaques de blindage qui a donné des résultats merveilleux.

Il n'y a pas que les métallurgistes allemands qui sachent tirer parti quelconque des méthodes scientifiques métallurgiques.

Mais si l'on cherche à classer les industriels au point de vue de l'utilisation de la science, on trouve d'une part les industriels qui l'emploient et les autres qui se refusent à l'employer sur une large échelle. Ceux qui ont la foi, qui sont persuadés que la science seule leur permettra d'atteindre le but proposé. Ils sont peu en France, ils sont beaucoup plus nombreux en Allemagne. Puis il y a ceux qui ont des doutes, qui pensent que la science est un bon moyen de réclame, et c'est tout; il y a les outrecuidants qui ne doutent de rien, qui arrangent tout, qui savent tout; il y a les hésitants, ceux qui voudraient bien obtenir des résultats mais qui ont peur; ils trouvent que c'est long, qu'il faut attendre, que ce n'est pas possible; on ne peut rien faire avec eux; les craintifs, ce sont des malades récalcitrants ils disent que chez eux cela ne va pas bien, mais ils ont peur d'introduire les méthodes scientifiques qui leur montreront leurs maux. Ils ont peur de se trouver sous le fameux contrôle, la bête noire de ce contrôle qui s'appelle l'artillerie la marine, les chemins de fer et ils n'ont pas tout à fait tort, car il n'y a rien de plus à redouter que les moyens scientifiques mis entre les mains des ignorants.

Puis il y a les timides qui se servent peu de la science

HS 2 (1) 2 4 8

mais qui conflucent vite et qui trouvent que la science n'a rien donné. Ils ressemblent à ceux qui ont de l'entérite qui veulent manger ~~de tout~~ et trouvent que leur régime ne leur fait aucun bien.

En Allemagne ceux qui laissent faire la science et qui ont la foi sont beaucoup plus nombreux qu'en France.

Dans un récent voyage que je faisais avec mes élèves de l'Ecole Centrale, quelques jours, quelques semaines avant la mobilisation, vers le 15 juin 1914, j'étais frappé, étant resté après mes élèves en Allemagne, de voir le nombre considérable de fonderies de fonte et de laiton qui avaient des installations de métallographie microscopique, car à cette époque il n'y avait pas 2 % des usines qui avaient semblable installation en France. Si vous voulez quelques détails, le laboratoire Krupp qui est véritablement "colossal" créé en 1911 a fait ~~=avait~~ en 1912, 15.972 dosages. Les bâtiments de ces nouveaux laboratoires couvrent une superficie de 30.635 mètres carrés. Si l'on considère la superficie des trois étages cela donne 11 mille mètres carrés.

Les laboratoires de chimie possède 15 appareils pour le dosage du carbone. Du côté de la métallographie, il y a une salle pour les visiteurs où l'on projette devant eux des positifs sur verre comme ceux que vous avez vus tout à l'heure.

En France, nos laboratoires il y a 15 ou 18 mois étaient extrêmement modestes. Il y a eu réaction; mais ce mouvement n'est pas complet évidemment. On peut citer les laboratoires du Creusot, de St-Chamond et de Montlugon, d'Imphy et qui ont eu une influence considérable sur les aciers spéciaux; on peut citer le laboratoire de l'Automobile de Dion-Bouton, de Panhard et Levassor.

(18)
17
25

Mais croyez bien qu'on est loin de compte avec l'Allemagne.

J'ajoute comme conclusion à cette conférence, pour bien juger le rôle scientifique de la science dans l'industrie, ce que disait Osmont lui-même, (ce qui prouve qu'on peut être poète et métallurgiste,) dans une pièce en vers qu'il adresse à M. Le Chatelier au moment de la création de la Revue de Métallurgie.

Il disait:

J'ai vécu ma jeunesse à l'ombre d'une usine,

Ce n'est de prime abord, un séjour enchanté

.....

J'ai tenu, Messieurs, à vous citer cette opinion magistrale d'un des métallurgistes français qui a le plus heureusement influencé la métallurgie française moderne.

Au début de ces conférences, j'ai fait une très discrète allusion au mouvement considérable qui s'est développé dans l'industrie française lorsqu'au moment de la bataille de la Marne, on s'est aperçu de l'importance des munitions dans la guerre que nous subissons.

Je vous ai dit que j'étais tenu au silence le plus absolu; cependant il y a une question qui se pose et il me semble qu'en cela je ne suis pas indiscret.

Peut-on supposer que de ce mouvement considérable, prodigieux, incontestable, il ne reste rien au lendemain de la victoire des alliés, au moment de la grande lutte industrielle et économique qui suivra certainement le traité de paix ?

N'a-t-on pas vu les usines les plus réfractaires au mouvement scientifique se jeter à corps perdu dans les mesures les plus précises afin d'obtenir rapidement et sure-

28 (18) 27 49

ment les résultats cherchés.

N'a t'on pas vu pénétrer dans les usines , les instruments archaïques qui n'étaient autrefois que des instruments de laboratoire , les pyromètres.

N'a t'on pas vu y pénétrer les appareils destinés aux essais métallographiques et mécaniques ?

Ne peut-on pas citer qu'actuellement en France, il est fait quotidiennement plus de 400 mille essais de dureté, suivant la méthode de Brinell pour assurer la qualité des obus fabriqués?

Peut-on supposer que de tout ce mouvement il ne reste rien après la guerre?

Non, cela est impossible.

L'industrie de l'après guerre ne sera pas l'industrie d'avant la guerre. Elle sera revivifiée par les circonstances, revivifiée par tout le sang ~~réapnéa~~ répandu, par tous les deuils, par les héroismes que vous connaissez tous.

Il est bien certain qu'elle aura été revivifiée de par la volonté même de nos ennemis.

L'industrie d'après guerre se reposera sur la science avec la sécurité la plus complète, la confiance la plus absolue; elle se reposera sur la science, mais sur la vraie science, non pas sur la science des gaz asphyxiants, sur la science des gaz lacrymogènes; elle se reposera sur la science française, celle qui a écrit en lettres d'or sur ses livres les noms de Lavoisier,  les noms de Berthelot, de Lavoisier et de Pasteur.



