

## 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](http://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 - http://cnum.cnam.fr](http://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.

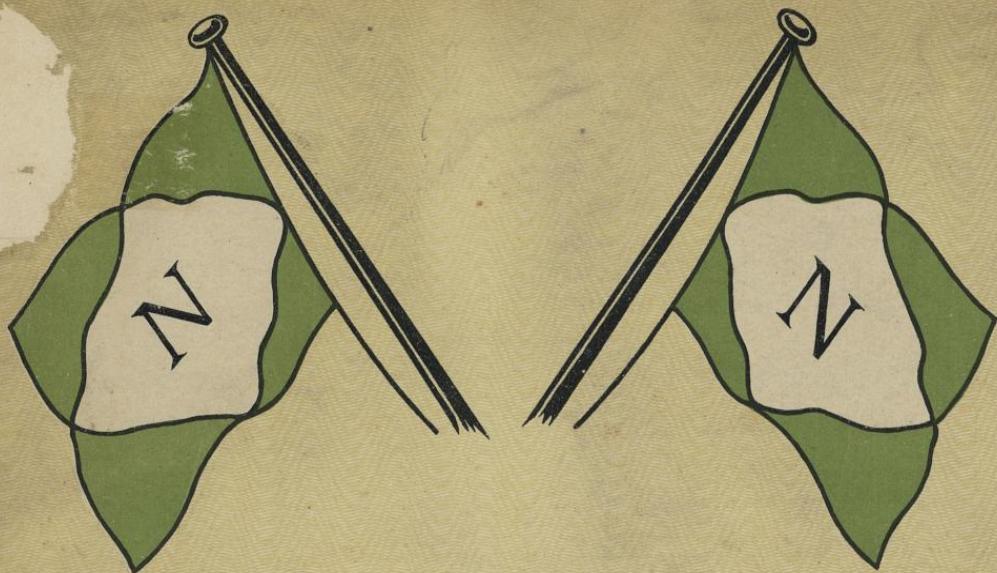
6- Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

## NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

Auteur(s)	Exposition internationale. 1905. Liège
Titre	Le Nickel : société anonyme au capital de 15.000.000 de francs, siège social : 26, rue Laffitte, à Paris
Adresse	Versailles : Imprimerie Louis Luce, 1905
Collation	1 vol. (18-[1] p.-[8] f. de pl.) : ill., couv. ill. en coul. ; 31 cm
Nombre de vues	38
Cote	CNAM-BIB 4 Xae 76
Sujet(s)	Nickel Société Le Nickel
Thématique(s)	Catalogues de constructeurs Expositions universelles Matériaux
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	27/04/2023
Date de génération du PDF	19/06/2023
Permalien	<a href="https://cnum.cnam.fr/redir?4XAE76">https://cnum.cnam.fr/redir?4XAE76</a>

*in 4<sup>e</sup> Xae. 2.*

*H 0 III*



# “LE NICKEL”

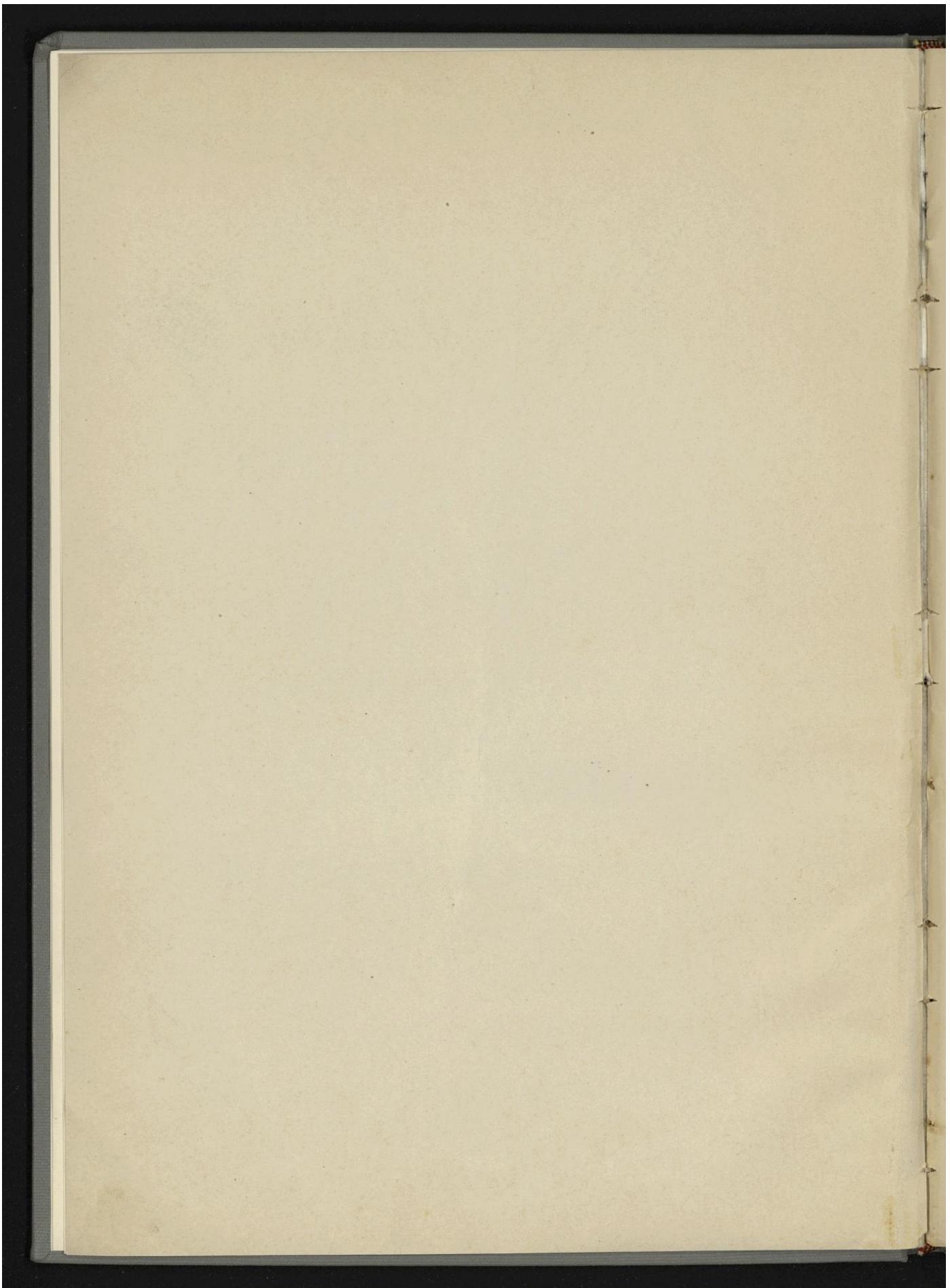
Société Anonyme au Capital de 15.000.000 de francs

26, Rue Laffitte, 26

 PARIS

Exposition Universelle de Liège

1905



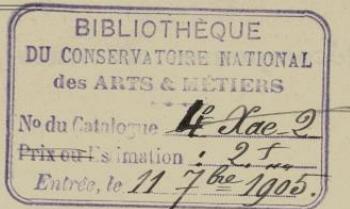
Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

*DP MH*

4<sup>e</sup> Xae 76

EXPOSITION UNIVERSELLE DE LIÈGE  
1905

GROUPE XI — CLASSE 64



“ *LE NICKEL* ”

*Société Anonyme au Capital de 15.000.000 de francs*

Siège Social : 26, rue Laffitte, à PARIS

---

VERSAILLES  
IMPRIMERIE LOUIS LUCE  
1, AVENUE DE SCEAUX, I

—  
1905

## **Récompenses obtenues par la Société "Le Nickel"**

---

Les récompenses décernées tant aux fondateurs de la Société, pour les exploitations qu'ils ont apportées à la Société, qu'à la Société elle-même depuis sa création, sont les suivantes :

- 2 MÉDAILLES d'OR à l'Exposition universelle de Paris 1878.
- 1 DIPLÔME d'HONNEUR à l'Exposition industrielle de Marseille en 1879.
- 1 DIPLÔME d'HONNEUR à l'Exposition scientifique et industrielle de Paris 1879.
- 1 DIPLÔME d'HONNEUR collectif à la même Exposition.
- HORS CONCOURS à l'Exposition de l'Union Centrale, Paris 1880.
- 1 PREMIER PRIX à l'Exposition universelle de Melbourne 1880-81.
- 1 MÉDAILLE d'OR à l'Exposition internationale d'Amsterdam 1883.
- 1 DIPLÔME d'HONNEUR à l'Exposition universelle d'Anvers 1885.
- 1 GRAND PRIX à l'Exposition universelle de Paris 1889.
- HORS CONCOURS et CROIX de la LÉGION d'HONNEUR au Directeur, à l'Exposition internationale de Chicago, 1893.
- DIPLÔME d'HONNEUR à l'Exposition nationale et coloniale de Rouen 1896.

### **EN 1900 A PARIS**

HORS CONCOURS, deux Administrateurs membres de Jurys.

### **Récompenses aux Collaborateurs :**

- 1 MÉDAILLE d'OR à l'Agent commercial chargé des Expositions.
- 2 MÉDAILLES d'ARGENT aux Directeurs en Nouvelle-Calédonie et au Havre.

# “ LE NICKEL ”

SOCIÉTÉ ANONYME — CAPITAL : 15.000.000 DE FRANCS

Siège social : PARIS, 26, Rue Laffitte

---

## CONSEIL D'ADMINISTRATION

MM. E. TAMBOUR, <i>* Président</i> ;	MM. E. MANEUVRIER <i>*</i> ;
Ch. GOMEL <i>*</i> , <i>Vice-Président</i> ;	G. MIRABAUD ;
ARON <i>*</i> ;	H. THIRRIA <i>*</i> ;
M. EPHRUSSI <i>*</i> ;	A. VICKERS, Esqr <sup>e</sup> ;
GUYOT-SIONNEST <i>*</i> ;	WITT (CORNÉLIS H. de) ;
Baron LEONINO ;	
	M. A. MARCHAND <i>*</i> , <i>Directeur</i> ;
	M. M. CARRIER, <i>Secrétaire général</i> .
	M. M. BIGILLION, <i>Agent chargé des ventes en France</i> .

---

Succursale et Mines en Nouvelle-Calédonie . . . . .	M. B. WILCZYNSKI, <i>Directeur</i> .
Usines au Havre . . . . .	M. P. MENVIELLE. —
— à Kirkintilloch . . . . .	M. J. HOPE. —
— à Birmingham . . . . .	M. R.-B. BATTY. —
— à Iserlohn (WESTPHALIE)	M. Th. FLEITMANN —

---

La Société “ LE NICKEL ” a été créée à Paris en 1880.

Ses *opérations* consistent en l'exploitation de ses mines en Nouvelle-Calédonie et l'affinage de ses minerais dans ses usines d'Europe.

Ses *usines* sont situées : au Havre, à Kirkintilloch (Ecosse) ; à Birmingham (Angleterre) ; à Iserlohn (Westphalie).

Les machines de ces quatre usines représentent ensemble 1,450 chevaux-vapeur.

Le personnel employé par la Société comprend :

En Nouvelle-Calédonie, 1680 personnes : ingénieurs, employés, agents, contre-maîtres et ouvriers.

En Europe, 700 personnes.

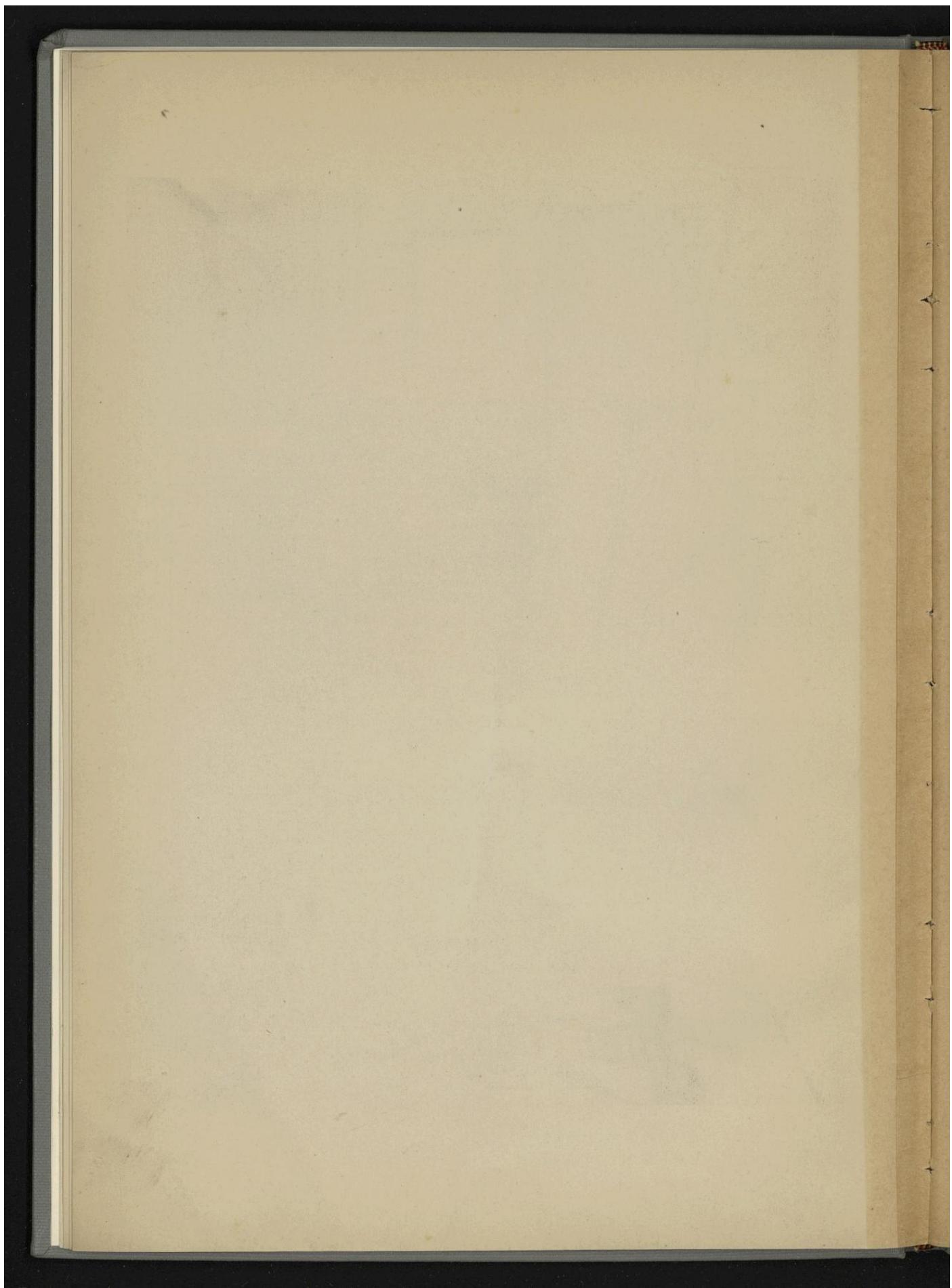
Le *nickel* affiné par la Société contient de 99 à 99 1/2 o/o de nickel fin (le cobalt étant compté comme nickel).

La *production* du nickel affiné par la Société qui était de      *200.000 kil. en 1880,*  
est de      *4.000.000 kil. en 1905.*

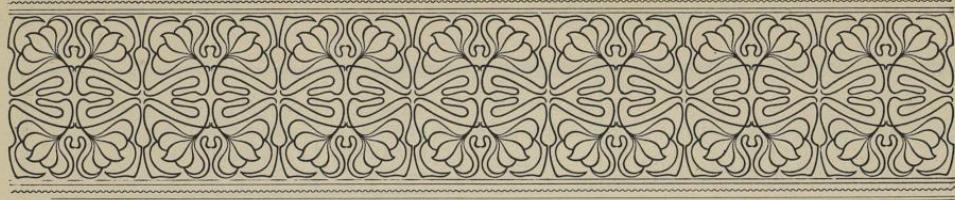
Nous reproduisons ci-contre l'ensemble de l'exposition de la Société "**LE NICKEL**" à Liège, et nous allons énumérer les progrès réalisés et les nouveautés créées depuis 1900.

---





Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



## Nickel pur

Les principaux emplois du nickel pur sont la fabrication des monnaies, des ustensiles de ménage et de laboratoires, de la bouclerie, de l'éperonnerie et de la quincaillerie de bâtiment.

Nous ne croyons pas qu'on ait publié jusqu'ici la résistance à la rupture et la limite élastique du nickel pur, c'est pourquoi nous avons chargé M. FREMONT de faire des essais mécaniques sur dix échantillons de tôle en nickel pur, dont cinq recuits et cinq écrouis d'une teneur moyenne de :

Nickel . . . . .	98.079	o/o
Cobalt . . . . .	1.157	
Cuivre . . . . .	0.126	
Fer. . . . .	0.405	
Aluminium. . . . .	0.025	
Manganèse. . . . .	0.023	
Soufre . . . . .	0.028	
Silicium . . . . .	0.058	
Carbone . . . . .	0.089	
Arsenic. . . . .	0.010	
Total . . . . .	100.000	

Ces essais de traction du nickel commercialement pur, laminé aux états écroui et recuit, ont fourni les résultats suivants :

	LIMITE ÉLASTIQUE VRAIE	LIMITE APPARENTE	RÉSISTANCE MAXIMUM	STRICTION $\frac{S - S'}{S}$
ÉCROUİ . . . . .	K <sup>o</sup>	K <sup>o</sup>	K <sup>o</sup>	
	N <sup>o</sup> 2 . . . . .	34 »	36 80	0 64
	N <sup>o</sup> 4 . . . . .	43 75	47 70	0 35
	N <sup>o</sup> 5 . . . . .	22 »	21 »	0 63
	N <sup>o</sup> 7 . . . . .	32 »	29 »	0 38
	N <sup>o</sup> 10 . . . . .	45 »	45 70	0 18

	LIMITE ÉLASTIQUE VRAIE	LIMITE APPARENTE	RÉSISTANCE MAXIMUM	STRICTION $\frac{S - S'}{S}$
RECUIT . . . . .	K <sup>o</sup>	K <sup>o</sup>	K <sup>o</sup>	
	N <sup>o</sup> 1 . . . . .	23 »	23 40	0 64
	N <sup>o</sup> 3 . . . . .	29 25	25 30	0 48
	N <sup>o</sup> 6 . . . . .	13 »	12 »	0 63
	N <sup>o</sup> 8 . . . . .	16 75	18 »	0 40
	N <sup>o</sup> 9 . . . . .	17 50	18 »	0 40

Pliage statique du N<sup>o</sup> 1 ramené à la section habituelle : 22 kilogrammètres.

Pliage au choc du N<sup>o</sup> 1 ramené à la section habituelle : 30 kilogrammètres.

Résistance au citaillement des N<sup>o</sup>s 1 et 2 : 25 kilog par mm<sup>2</sup>.

On peut en déduire d'une façon générale que :

le nickel pur présente une *résistance* d'environ . . . . . 50 kilogrammes,  
par m/m carré de section, et que cette résistance ne varie pas sous  
l'influence de l'*écrouissage* ou du *recuit*, tandis que la *limite élastique*  
à l'état *écroui* est d'environ . . . . . 35 kilogrammes,  
et que le *recuit* fait tomber cette limite à . . . . . 20 kilogrammes.

Il nous a paru intéressant de publier ces données générales que nous n'avons trouvées nulle part encore.

### Tubes en Nickel pur

Depuis le grand développement de la construction des automobiles, on demande partout des tubes en nickel pur d'un faible diamètre pour la fabrication des allumeurs ; dans les brasseries on commence également à demander des tubes en nickel pur pour fabriquer des serpentins refroidisseurs, et enfin, les mêmes demandes se produisent également dans certains laboratoires de chimie.

Malheureusement, jusqu'au commencement de l'année courante, on ne pouvait fournir d'une façon industrielle ces tubes pour lesquels on exigeait des prix si élevés qu'ils en prohibaient le plus souvent l'emploi.

La Société Française de Métallurgie a réussi à fabriquer, avec notre métal, des tubes en nickel pur sans soudure dans une seule passe à froid, sous une pression hydraulique de 120 tonnes. En supprimant ainsi les nombreux recuits en vase clos sous charbon de bois pilé que nécessitaient les anciens procédés d'étirage, il a été réalisé un grand progrès qui permettra, nous l'espérons, de mettre à la disposition de l'industrie des tubes en nickel pur sans soudure à un prix raisonnable.

---

### Monnaie en Nickel pur et en Alliage de Nickel et de Cuivre

Jusqu'en 1881 on ne fabriquait des monnaies qu'en alliage contenant le plus généralement 25 % de nickel et 75 % de cuivre. Les Gouvernements ont une tendance de plus en plus marquée, à augmenter la valeur intrinsèque de la monnaie divisionnaire, et pour atteindre ce but ils adoptent tous les jours davantage les monnaies en nickel pur qui, indépendamment de leur plus grande valeur, présentent, sur les anciennes monnaies en alliage, la supériorité d'être moins oxydables, d'offrir une plus grande résistance au fraîcheur et d'être d'une contrefaçon plus difficile.

C'est la Suisse qui la première en 1881 a frappé une pièce de 20 centimes en nickel pur, puis l'Autriche et la Hongrie en 1893 ont émis : l'une des pièces de 10 et de 20 heller, et l'autre de 10 et de 20 filler; ensuite l'Italie a mis en circulation une pièce de 25 centésimi, enfin la France, en 1903 et 1904, a émis deux pièces d'un type différent en nickel pur.

Nous reproduisons ci-contre des spécimens de l'avers et du revers de chacune de ces pièces, et nous croyons utile de publier la liste de toutes les monnaies actuellement en circulation dans le monde entier :

- 1<sup>o</sup> En nickel pur ;
- 2<sup>o</sup> En alliages divers de nickel et d'autres métaux.

Bien que cette liste ait été compilée aux meilleures sources, nous la croyons encore incomplète et serions heureux que des personnes compétentes nous aident à la compléter.

On peut estimer le poids approximatif du nickel employé dans la fabrication soit des pièces en nickel pur, soit de celles en alliage de cuivre et de nickel en circulation actuellement dans le monde, à 4.000 tonnes, soit 4.000.000 de kilogrammes, et la valeur nominale au pair de ces différentes pièces à 400.000.000 de francs.

---

## MONNAIES EN NICKEL PUR

*Suisse*

20 centimes



*Autriche*

20 Heller



*Hongrie*

20 Filler



*Italie*

25 Centesimi



*France*

25 Centimes



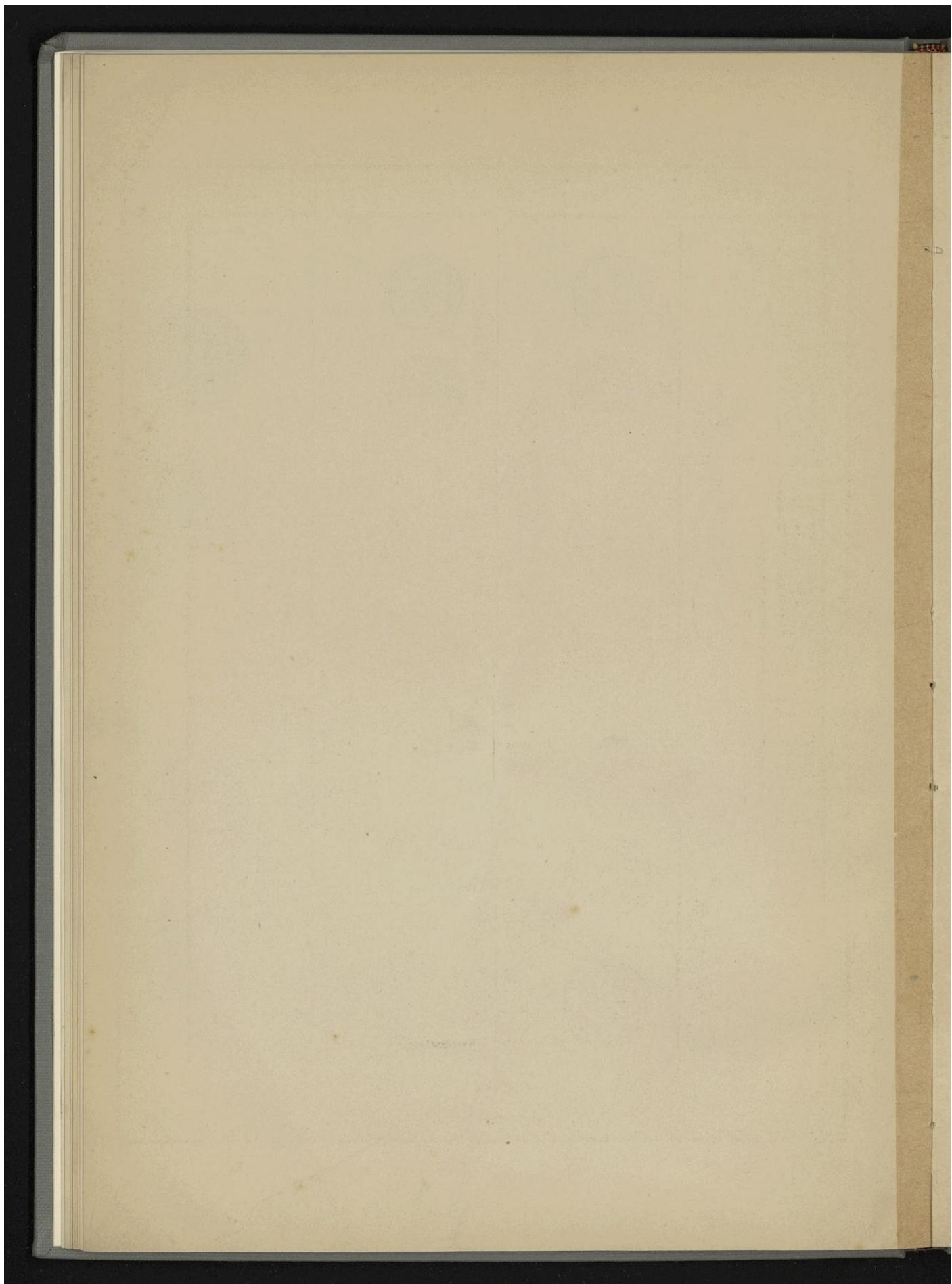
1<sup>e</sup> Emission



2<sup>e</sup> Emission



CNAM



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

Tableau des Monnaies d'appoint en Nickel pur  
et en Alliage de Nickel qui ont cours dans les différents États

PAYS	DATE des ÉMISSIONS	DÉNOMINATION DES PIÈCES	DIAMÈTRE DES PIÈCES <small>millimét.</small>	TITRE		POIDS	
				TITRE DROIT <small>millièmes</small>	TOLÉRANCE au-dessus & au-dessous <small>millièmes</small>	POIDS DROIT <small>grammes</small>	TOLÉRANCE au-dessus & au-dessous <small>millièmes</small>
<b>1° — En Nickel pur</b>							
Suisse	30 avril 1881	20 centimes	21	Nickel pur		4,000	12
Autriche	2 août 1892	20 heller	21	—	»	4,000	»
	—	10 —	19	—	»	3,000	»
Hongrie	—	20 filler	21	—	»	4,000	»
	—	10 —	19	—	»	3,000	»
Italie	1902	25 centésimi	21.5	—	»	4,000	10
France	Loi du 31 mars 1903	25 centimes	21	980	»	7,000	12
<b>2° — En Alliage à 25 % Nickel et 75 % Cuivre</b>							
Allemagne	1 <sup>er</sup> avril 1886	20 pfennigs	23	25% nic., 75% cui.		6,250	40
	9 juillet 1893	10 pfennigs	21	—		4,000	50
	—	5 —	18	—		2,500	50
Belgique	20 déc. 1860	Lion — 20 cent.	25	—		7,000	10
	—	— 10 —	21	—		4,500	13
	—	— 5 —	19	—		3,000	15
		Trouée — 10 cent.	22	—		4,000	13
		— 5 —	19	—		2,500	15
Bolivie	1883-84	10 centavos	25	—		5,000	
	réals percés	5 —	20	—		2,500	
Brésil		400 reiss					
	25 octob. 1870	200 —	31	—		15,000	
	—	100 —	25	—		10,000	
	—	50 —	20	—		7,000	
Bulgarie	16-28 nov. 1887	20 stotinki	21	—		5,000	
	—	10 —	19	—		4,000	
	—	5 —	17	—		3,000	
	—	2 1/2 —	15	—		2,000	
Colombie	22 juillet 1886	5 centavos	—				
	—	2 1/2 —	17	—		2,500	
	1874	1/4 —	12	—		1,500	
Crète		20 lepta	21	—	5	4,000	18
		10 —	19	—	5	3,000	18
		5 —	17	—	5	2,000	18

PAYS	DATE des ÉMISSIONS	DÉNOMINATION DES PIÈCES	DIAMÈTRE DES PIÈCES millimét.	TITRE		POIDS POIDS DROIT grammes	TOLÉRANCE au-dessus & au-dessous millièmes
				TITRE DROIT millièmes	TOLÉRANCE au-dessus & au-dessous millièmes		
<b>2° — En Alliage à 25 % Nickel et 75 % Cuivre (Suite)</b>							
Dominicaine (Rép.)	1888	2 1/2 centavos	18	25% nic., 75% cui.	—	5,000	
Egypte	—	1 1/4 —	16	—	—	2,000	
	14 nov. 1885	1 piastre	21	—	—	5,500	
		5 ochre-el-guerche	23	—	»	4,000	
Etats-Unis d'Amérique	—	2 —	18	—	»	2,000	
	13 mai 1886	5 cents	21	—	—	1,750	
		1 —	14.5	—	»		
Grèce	Loi du 8 fév. 1893	20 lepta	21	—	5	4,000	18
	et	10 —	19	—	5	3,000	18
	Ord. du 19 juin 1893	5 —	17	—	5	2,000	18
Guadeloupe (Ile de la)		Bons de caisse : 1 fr.	25	—	—	5,500	
		— 50 cent.	22	—	—	3,000	
Haiti (Républ. d')		5 centavos	21	—	—	2,750	
Italie	Déc. du 21 fév. 1894	20 centésimi	21	—	10	4,000	15
Japon	6 nov. 1888	5 sen.	—	—	—	4,6654	
Luxembourg (Grand Duché)		10 centimes	—	—	—	3,000	
Perse		5 —	—	—	—	2,000	
Philippines (Iles)		2 shahi	—	—	—	4,500	
		1 —	—	—	—	3,000	
Portugal	Loi du 21 juill. 1899	5 centavos	—	—	—	5,000	
Réunion (Ile de la)	—	100 reiss	22	—	—	4,000	
	—	50 —	18	—	—	2,500	
	1896	Bon de caisse : 1 fr.	25	—	—	4,500	
Roumanie	—	— 50c.	22	—	—	2,500	
		20 bani	25	—	—	7,000	
		10 —	22	—	—	4,500	
Serbie	1 <sup>er</sup> janv. 1883	5 —	19	—	—	3,000	
	—	20 paras	22	—	10	6,000	10
	—	10 —	20	—	10	4,000	13
Suisse	—	5 —	17	—	10	3,000	15
	29 mars 1899	10 centimes	19	—	»	3,000	15
		5 —	17	—	»	2,000	16
Uruguay (Rép. d')		5 centavos	—	—	—	5,000	
		2 —	—	—	—	3,500	
		1 —	—	—	—	2,000	

PAYS	DATE des ÉMISSIONS	DÉNOMINATION DES PIÈCES	DIAMÈTRE DES PIÈCES millimèt.	TITRE		POIDS POIDS DROIT grammes	TOLÉRANCE au-dessus & au-dessous millièmes
				TITRE DROIT millièmes	TOLÉRANCE au-dessus & au-dessous millièmes		
Chili (Rép. du)		2 1/2 centavos		5 % Ni 95 % Cu.		8,000	
	14 sept. 78	2 —		—		7,000	
	—	1 —		—		5,000	
	—	1/2 —	27	—	30	3,000	
Costa-Rica (Rép. de)	31 Oct. 85	1 centavo	25	5 % Ni 95 % Cu.	30	5,000	
Jamaïque (Ile de la)	11 nov. 69	1 penny	21	20 % Ni 80 % Cu.	30	9,750	
	—	1/2 —	19	—	30	4,875	
	1880	1 farthing	25	—		2,830	
Martinique (Ile de la)	1897	Bon de caisse : 1 fr.		15 % Ni 85 % Cu.		8,000	
		— 50 c.		—		5,000	
Argentine (Rép.)	Décembre 96	20 centavos				4,000	
		10 —	26			3,000	
		5 —	22			2,000	
Corée		1/4 yang ou 5 c.					
Equateur (Rép. de l')	1er avril 1884	1/2 dixième de sucre ou médio de 1 centavo et de 1/2 centavo.				7,000	
Nicaragua (Rép. de)		5 centavos	14				
		1 —					
Paraguay (Rép. du)		\$ 0,20					
		\$ 0,10					
		\$ 0,05					
Salvador (Rép. du)		3/100 de piast.					
Vénézuela (Rép. du)	Août 1876	1/100 —					
		12 1/2 centim.					
		5 —					

## Le Nickel dans l'Acier

Lorsque les perfectionnements apportés à l'artillerie ont amené à abandonner les plaques de cuirasses compounds, on a donné la résistance nécessaire à l'acier des cuirasses par l'introduction du chrome et l'augmentation de la teneur en carbone, mais ces plaques qui ne se laissaient pas traverser par les projectiles se brisaient et se disloquaient en mille morceaux, absolument comme une glace sous l'action d'un choc; c'est par l'introduction d'environ 3 o/o de nickel dans ces aciers qu'on a immédiatement relevé leur limite élastique. A la suite des expériences faites pour la première fois, dans cet ordre d'idées, par le Creusot en 1890, sur le champ de tir d'Annapolis, dans les Etats-Unis d'Amérique, toutes les marines ont adopté définitivement la plaque de blindage en acier nickelo-chromé, cémenté de diverses façons.

Tous les progrès, réalisés depuis dans la sidérurgie par l'introduction dans l'acier du nickel à diverses teneurs, découlent de ces premières expériences.

Nous n'entrerons pas ici dans une discussion inutile sur la priorité à donner à tel ou tel savant ou industriel dans les recherches sur l'acier au nickel : la nature les a tous mis d'accord en faisant tomber sur la terre depuis des milliers d'années des bolides en fer météorique contenant tous du nickel en des proportions variables.

En 1900 nous avons exposé à Paris, avec le concours de tous nos clients, les principaux maîtres de forges français, les applications à cette époque du nickel dans l'acier et nous avons publié toutes les données mécaniques correspondant aux diverses teneurs de nickel et aux additions dans des proportions variables d'autres métaux ou métalloïdes.

De l'ensemble de notre Exposition de 1900 et des nombreux travaux scientifiques accomplis jusqu'à ce jour sur cette matière, on peut tirer les conclusions suivantes :

La gamme des nuances des aciers au nickel est peut-être encore plus étendue et plus variée que celle des aciers ordinaires au carbone, car les qualités de ces aciers spéciaux varient non seulement avec la quantité de nickel introduite, mais encore avec les diverses quantités de carbone, de chrome, de silicium et de manganèse qu'on y adjoint.

### *De 2 1/2 à 6 o/o de Nickel*

Par l'adjonction de 2 1/2 à 6 o/o de nickel on augmente la limite élastique des aciers qui prennent la trempe directe, c'est-à-dire qu'ils se durcissent à la trempe pendant que leur allongement diminue. Ils se forgent, se laminent, s'étirent et s'emboutissent

normalement, mais ne se soudent pas, ils sont généralement très fibreux à des teneurs faibles en carbone.

Ces aciers conviennent pour les plaques de blindage et toutes les pièces mécaniques demandant une plus grande résistance que les aciers ordinaires.

Un phénomène particulier que présente le nickel dans ces aciers est de retarder considérablement la cristallisation spéciale qui se forme dans les aciers ordinaires au carbone sous l'action de chocs et de vibrations répétées, d'où une beaucoup plus grande résistance des pièces mécaniques soumises à ces chocs ou vibrations, lorsqu'elles sont construites en acier au nickel; aussi l'emploi des aciers au nickel se répand-il de plus en plus dans la construction des automobiles.

Les essieux de l'artillerie et des voitures automobiles, les essieux coudés des locomotives, les arbres à manivelles des machines et les arbres porte-hélice des navires en acier au nickel dans les teneurs précitées, ont une dureté et une résistance infiniment plus grande que ceux en acier ordinaire au carbone. De plus la nature fibreuse de ce métal offre l'immense avantage d'empêcher une rupture brusque de ces pièces, comme le fait se produit avec les aciers ordinaires au carbone. En outre, dans les aciers au nickel fatigués par un long usage, de légères criques ou fentes prémonitoires se produisent tout en permettant encore un long travail, et avertissent longtemps d'avance le mécanicien d'une rupture à plus ou moins longue échéance.

#### *De 8 à 16 % de Nickel*

De 8 à 16 % de nickel les aciers sont à peu près insensibles aux trempes diverses à l'eau, à l'huile, au plomb fondu, mais ils se trempent par un simple refroidissement à l'air libre ou sous la cendre après avoir été chauffés à 750° centigrades, et ces mêmes aciers s'adoucissent au contraire par un recuit au bois étincelant, à 450° environ.

Malgré cette facilité de pouvoir recuire ces aciers à une chaleur qui ne déforme pas les pièces en cours d'usinage, ces aciers s'écrouissent si rapidement sous l'action de l'outil, qu'ils n'ont pas été jusqu'ici suffisamment étudiés, bien qu'ils présentent des qualités exceptionnelles.

La découverte des nouveaux aciers outils à grande vitesse doit permettre d'usiner plus facilement ces aciers, et va, nous l'espérons, développer leur consommation.

En 1900 nous avons exposé un essieu creux pour artillerie, offrant une résistance de 175 kilogs par m/m carré de section et qui n'avait pu être carrossé qu'à la meule. Aujourd'hui toutes les artilleries et les fabricants d'automobiles doivent pouvoir se procurer des essieux creux en acier à 12 % de nickel plus facilement usinables et

présentant cette résistance énorme de 175 kilogs par m/m carré de section. Ils pourront alléger ainsi le poids des essieux tout en augmentant leur résistance et par conséquent leur coefficient de sécurité et obtenir de bien meilleurs frottements qu'avec les aciers ordinaires.

Ces aciers conviennent spécialement pour les tubes de canons, puisqu'on pourrait avec eux se passer des opérations si délicates de la trempe et éviter tous les voilements qui se produisent, si le tube n'est pas immergé dans le liquide de trempe d'une façon mathématiquement normale à la surface de ce liquide ; de plus l'échauffement, produit par le frottement du projectile dans l'âme du canon, tremperait et durcirait constamment ce canon au lieu de le recuire et par conséquent de l'adoucir et de l'émousser comme avec les aciers ordinaires au carbone.

Les aciers à outils spéciaux à grande vitesse permettent aujourd'hui de faire les rayures de l'âme de ces canons.

Enfin la qualité dont jouissent ces aciers, d'être insensibles aux trempes et notamment à celle à l'eau, devrait amener tous les constructeurs de machines à vapeur verticales et notamment de grandes machines marines, à construire les pistons de ces machines en acier à 12 o/o de nickel qui, en cas d'échauffements si fréquents, pourraient être refroidis instantanément par la simple projection d'un jet de pompe, alors qu'actuellement on perd un temps considérable à laisser refroidir lentement une tige de piston échauffée, en consommant une quantité considérable d'huile ou de graisse pour activer ce refroidissement.

#### *De 20 à 28 o/o de Nickel*

De 20 à 28 o/o de nickel on se trouve en présence non pas d'acier, mais de véritable bronze qui, au lieu de durcir par la trempe, s'adoucit et peut prendre des allongements supérieurs à 100 o/o sur des barreaux de 100 m/m de longueur; de plus ces teneurs élevées en nickel tendent à amener une inoxydabilité relative du métal.

L'inoxidabilité absolue, comme nous le verrons plus tard, ne sera atteinte qu'à une teneur de 30 o/o de nickel en supprimant le chrome, ainsi que l'a déterminé M. GUILLAUME de la *Commission internationale des poids et mesures*. En même temps que ces aciers deviennent presque inoxydables, ils sont non magnétiques ; cette qualité d'inoxidabilité est utilisée pour la fabrication des tubes : de condenseurs, d'économiseurs et de chaudières de torpilleurs que nous étudierons plus loin.

Les grands allongements de ces aciers amèneront forcément l'artillerie de marine

et l'artillerie de siège pour toutes les grosses pièces frettées jusqu'à la gueule, à l'usage des aciers à 12 o/o de nickel pour l'âme de leurs canons, et des aciers à 26 o/o de nickel pour les jaquettes porte-culasse et les frettes.

En effet, l'éclatement, prématûré d'un projectile chargé de poudre brisante dans l'âme d'un canon ainsi fretté, fendrait le tube longitudinalement, mais les frettes se boursoufleraient sans se disloquer, il n'y aurait pas projection d'éclats, et on éviterait ainsi la mort des servants. Des expériences pratiques l'ont démontré.

Nous reproduisons ci-dessous les remarquables essais d'écrasement d'un manchon en acier à 22 % de nickel trempé, prélevé sur une jaquette porte-culasse que nous exposons.

Un Manchon en Acier à 22 % de nickel trempé, pour jaquette porte-culasse.

DÉSIGNATION et TRAITEMENT SUBI	TRACTON						OBSERVATIONS
	DIAMÈTRE	DIMENSIONS DES BARREAUX	RÉSULTATS				
	SECTION EN $\text{m}^2$	LONGUEUR	LIMITÉ ÉLASTIQUE	CHARGE DE RUPTURE	Allongement % / D - D <sub>0</sub>	CASSURE	
Manchon chauffé au rouge cerise clair (950°) et trempé à l'eau . . .	13,8	40	36	69,4 k.	45	2,9	B
	13,8	40	35,4	72,8	46,2	2,6	B
Cylindre de 200 $\text{m}/\text{m}$ de haut découpé dans le manchon, trempé et écrasé à la presse hydraulique . . .	Pression d'écrasement . . . . .		900 <sup>1</sup>				Acier donnant 70 kilos de charge.
	Allongement des fibres extérieures . . .			40 %			
	— — intérieures . . .			46 %			
	Réduct. de la haut. après écrasement . . .			80 $\text{m}/\text{m}$			

Cylindre avant écrasement      après écrasement

Un barreau de choc, de 15/15, pris en long et ployé à froid au marteau-pilon et une rondelle de 27  $\text{m}/\text{m}$  de hauteur, déformée au marteau-pilon, sans crique, prélevés sur le dit manchon.

Les qualités non magnétiques de ces aciers les désignent pour la fabrication des kiosques de torpilleurs et sous-marins et de toutes les chambres de compas. Les blockhaus des commandants devraient sur les navires de guerre être aussi blindés



avec ces aciers non magnétiques, car ils se laminent et s'étirent fort bien et l'on peut aussi facilement en faire des tôles de toutes épaisseurs que des rivets.

#### *Acier à 30 o/o de Nickel*

Comme nous l'avons dit, cet acier à 30 o/o de nickel lorsqu'il n'est pas allié avec du chrome, est absolument inoxydable, ainsi qu'a démontré M. GUILLAUME ; de plus, ces mêmes aciers présentent un coefficient de dilatation moindre que les aciers à 26 o/o.

Ce sont ces qualités d'inoxidabilité et de moindre dilatation qui nous ont déterminés à fabriquer des tubes de chaudières de torpilleurs en acier à 30 o/o de nickel avec très peu de chrome, que nous exposons parallèlement avec des tubes en acier à 26 o/o de nickel.

Dans une étude ultérieure sur les tubes nous aurons l'occasion de traiter plus à fond cette question.

#### *Acier à 36 o/o de Nickel*

A cette teneur, ces aciers, comme l'a démontré M. GUILLAUME, ont un coefficient de dilatation moindre que celui du platine iridié. Cette propriété a permis de faire à de bien moins grands frais un grand nombre d'appareils de mensuration, et c'est notamment en acier à 36 o/o de nickel qu'ont été construites les règles de 4 mètres de long qui servent actuellement à une commission d'officiers français pour mesurer un nouvel arc du méridien au Pérou.

On emploie ces aciers pour les tiges de pendules et certains ressorts pour horlogerie et pièces mécaniques de précision.

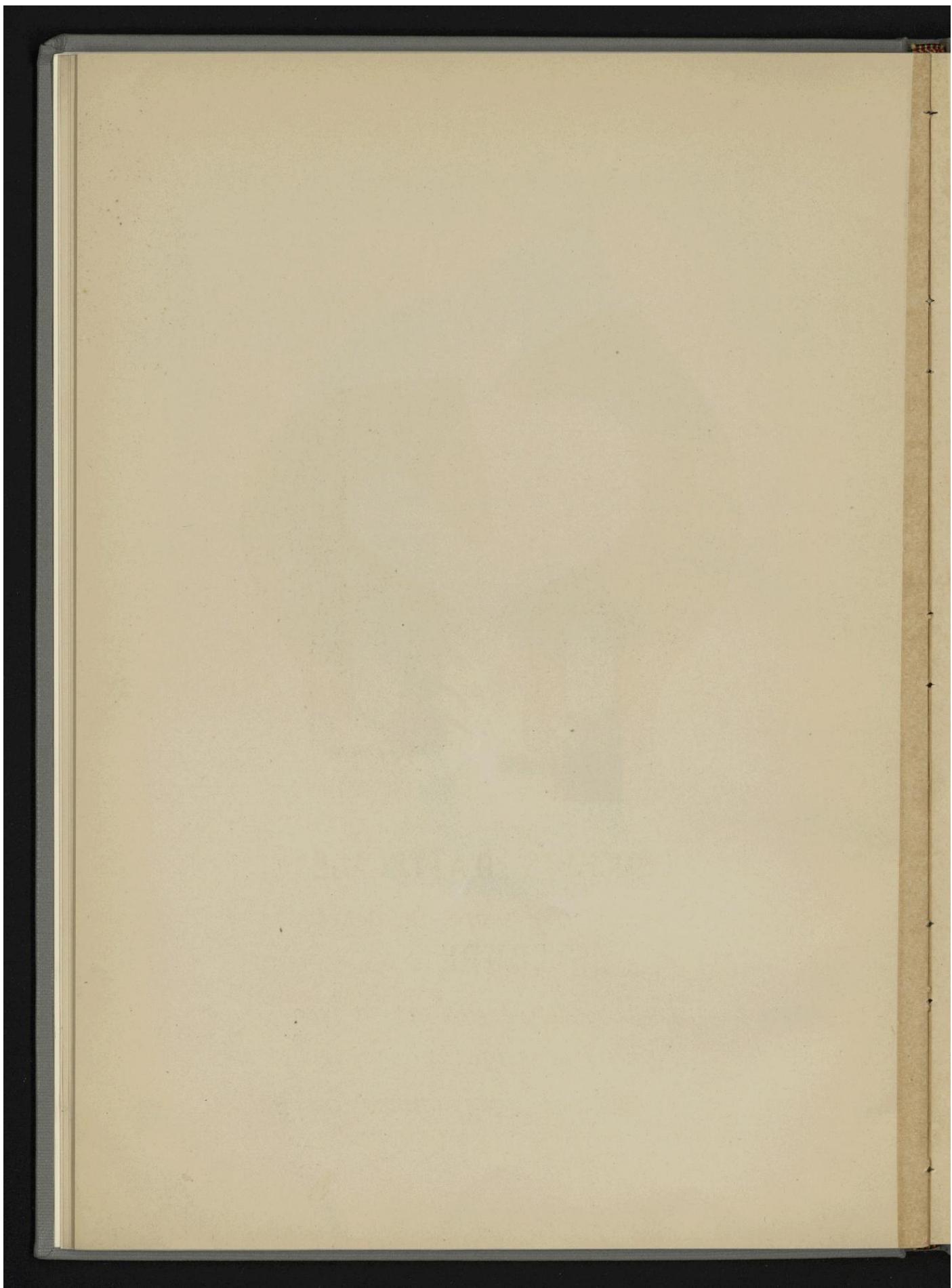
#### *Acier à 45 o/o de Nickel*

Ces aciers ont le même coefficient de dilatation que le verre, ce qui a permis de les employer dans la fabrication des ampoules de lampes électriques et remplacer économiquement le petit morceau de platine enrobé dans le culot de l'ampoule et servant de conducteur et de support au fil à incandescence.

En résumé, plus on augmente la teneur en nickel, plus on augmente la résistance du métal, et à partir des teneurs de 22 o/o on commence à avoir des aciers inoxydables dont le degré d'inoxidabilité croît jusqu'à la teneur de 30 o/o en nickel.



**COUPE**  
*d'un crochet d'attelage en fer  
rompu sous une charge de  
24,000 kilogrammes* (Bd.  
Cnam)



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



## CROCHETS D'ATTELAGE

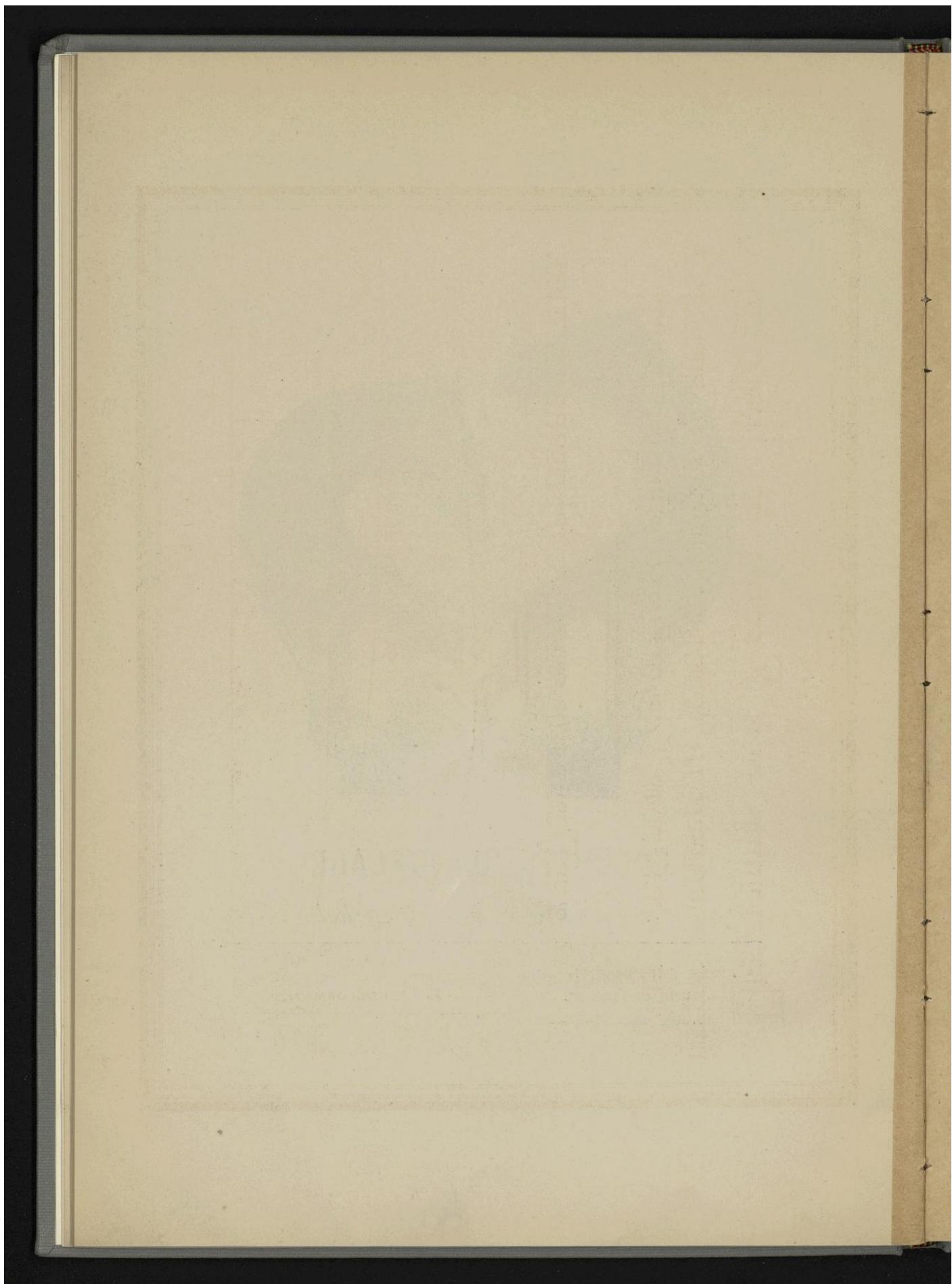
*en acier à 6 % de nickel*

---

APRÈS DÉFORMATION SOUS  
UNE CHARGE DE  
57.000 KILOGRAMMES

AVANT DÉFORMATION

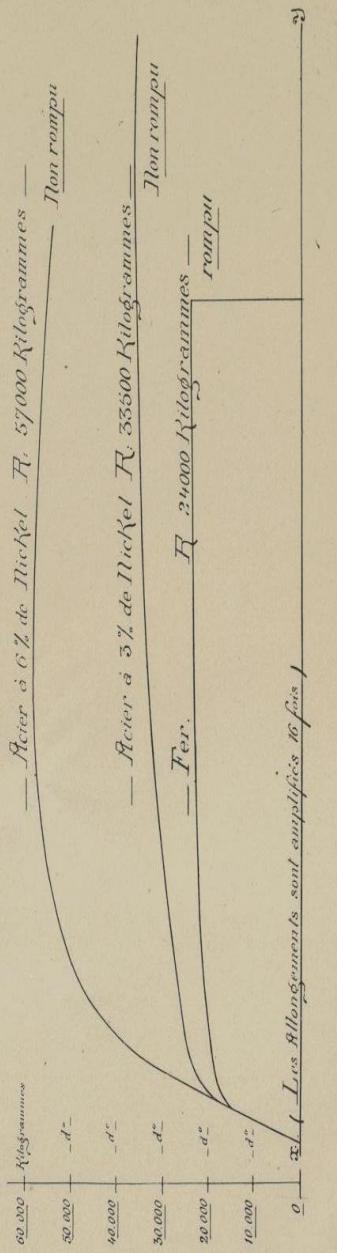




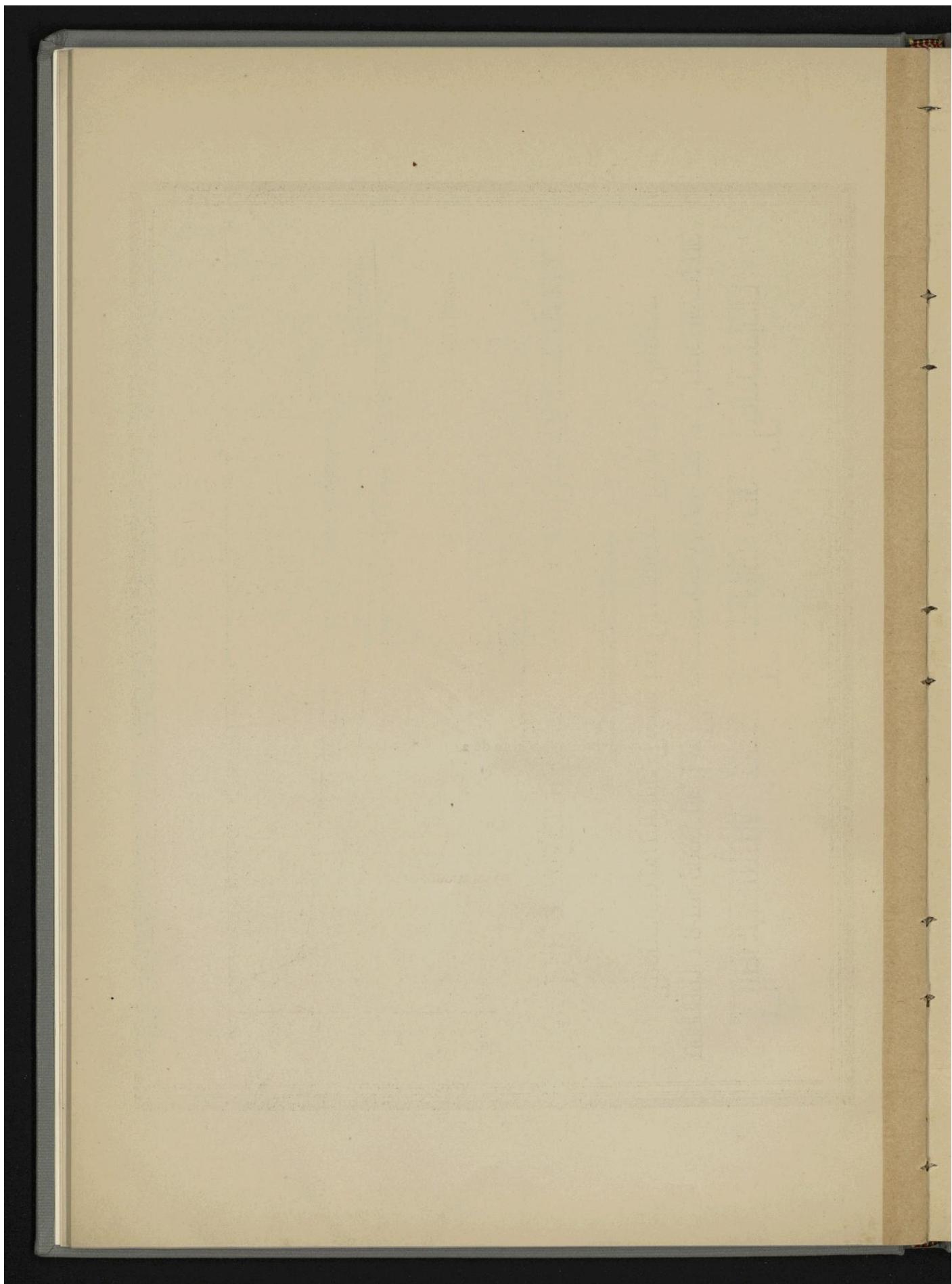
Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

DANGERINNE DES ESSAIS DE TRACTION  
DURANT LA MESURE DE LA RÉSISTANCE VIVE DE 3 CROCHETS DE  
TRACTION D'UN MÊME TYPE DU CHEMIN DE FER DE L'OUEST

1<sup>e</sup> ENFER - 2<sup>e</sup> ENFER À 3% DE NICKEL - 3<sup>e</sup> ENFER À 6% DE NICKEL



Bib.  
Cnam



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

Nous le répétons, en faisant varier la teneur en nickel ainsi que celles des autres constituants de l'acier, tels surtout que le carbone et le chrome, on peut obtenir une variété infinie de nuances d'acières appropriées aux besoins spéciaux envisagés, et dont les caractéristiques principales sont l'augmentation de la résistance, de l'allongement, et généralement l'élévation de la limite élastique.

A Liège, pour ne pas reproduire les spécimens que nous avions présentés à Paris en 1900, nous nous bornons à présenter de nouvelles applications du nickel dans l'acier, ou des études plus complètes sur certaines applications antérieures.

### Crochets de Traction

Les crochets de traction des wagons de chemins de fer ont à supporter des efforts de plus en plus considérables, aussi les ingénieurs sont obligés de les renforcer en augmentant leurs sections. On les construit en fer étampé et les conditions de recette ne mentionnent que la résistance à la rupture sans spécifier de limite élastique ni d'allongement. Aussi on constate que tous les crochets en service se déforment rapidement et souvent se brisent sous l'effet des chocs (1) et cela d'autant plus que par esprit d'économie on remplace les grands ressorts à lames par des petits ressorts en hélice à moindre résistance vive pour l'amortissement des chocs.

Il est donc indispensable de fabriquer des crochets avec un métal d'une qualité supérieure.

C'est pourquoi nous avons exposé :

- 1 Crochet en fer, *rompu* sous charge de 24,000 kilogrammes.
- 1 Crochet en acier à 3 o/o de nickel, charge maximum = 33,500 kilogs.
- 1 Crochet en acier à 6 o/o de nickel, charge maximum = 57,000 kilogs.

Ces deux crochets en acier au nickel *non rompus*.

L'allongement de ces deux derniers crochets a été poussé à la machine à essayer jusqu'au maximum admissible en service et cependant ces crochets étaient encore loin de se rompre ainsi qu'en témoignent les diagrammes ci-contre.

L'application de l'acier au nickel à la fabrication des crochets de traction donne ainsi toute satisfaction, puisque ceux-ci peuvent résister aux chocs les plus importants sans se rompre.

---

(1) *Revue de Métallurgie*, juin 1904, p. 329. — Mesure de la pression maximum instantanée résultant d'un choc, par Ch. FRÉMONT.

## Rivets

Les rivets en fer employés dans la construction des ponts, charpentes, chaudières, etc., se rompent toujours dans la tête et sous un effort inférieur à la résistance totale du fût. (Les spécimens de coupe de ces rivets exposés et reproduits par la photographie ci-contre, nous ont été communiqués par M. FRÉMONT).

Le rivet en acier au nickel à 3 o/o donne, malgré cette faible teneur en nickel, des résistances supérieures aux rivets en aciers doux ordinaires.

Ainsi le rivet en acier doux donne à la traction une limite élastique de 25 kilogrammes environ, quand le rivet en acier à 3 o/o de nickel équivalent, donne une limite élastique de 40 kilogrammes.

La résistance vive totale de ce dernier est aussi très supérieure à la résistance vive des rivets en acier doux ordinaire.

L'acier au nickel à 6 o/o permet d'obtenir à la traction une limite élastique atteignant jusqu'à 55 kilogrammes, ainsi qu'en témoignent les diagrammes ci-contre.

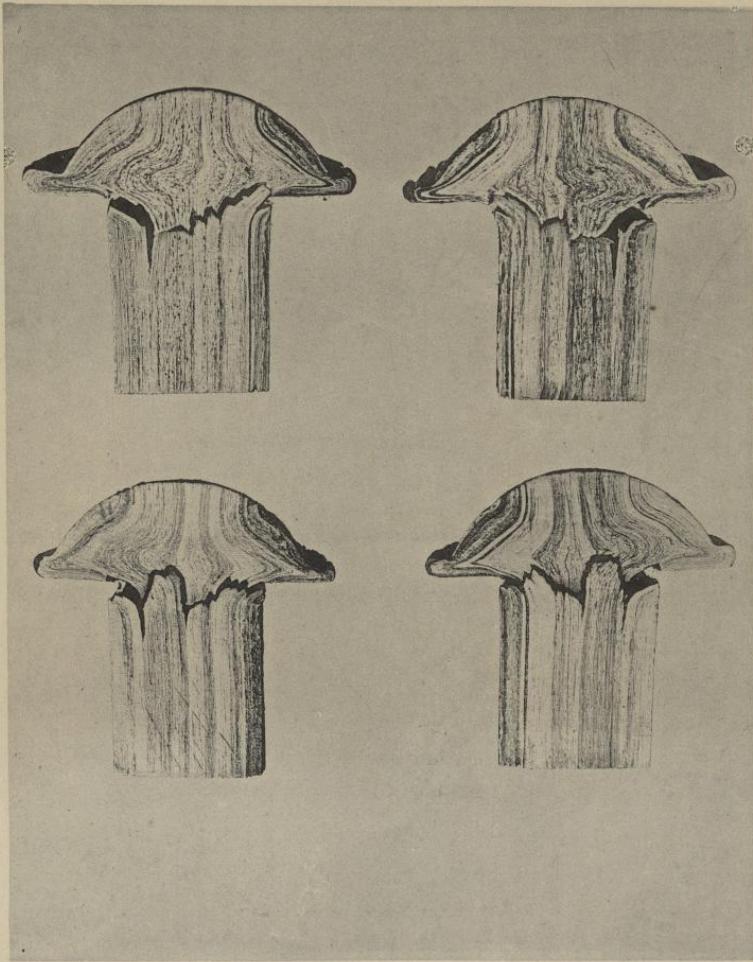
## Tubes de Chaudières en Acier à 26 et 30 o/o de Nickel

L'usage de plus en plus répandu des chaudières à circulation d'eau dans les tubes, a donné une très grande importance à la qualité des tubes et à leur résistance au feu, à l'oxydation et à la corrosion des liquides ou vapeurs acides qu'ils contiennent. Cette question est devenue capitale, lorsque, pour avoir une plus grande rapidité de chauffe, les marines ont adopté pour les torpilleurs les chaudières aquatubulaires, composées de faisceaux incurvés de tubes de faible diamètre. En effet, dans ces chaudières, une fois les tubes mis en place et rivés à leurs deux extrémités, il est impossible de les nettoyer intérieurement.

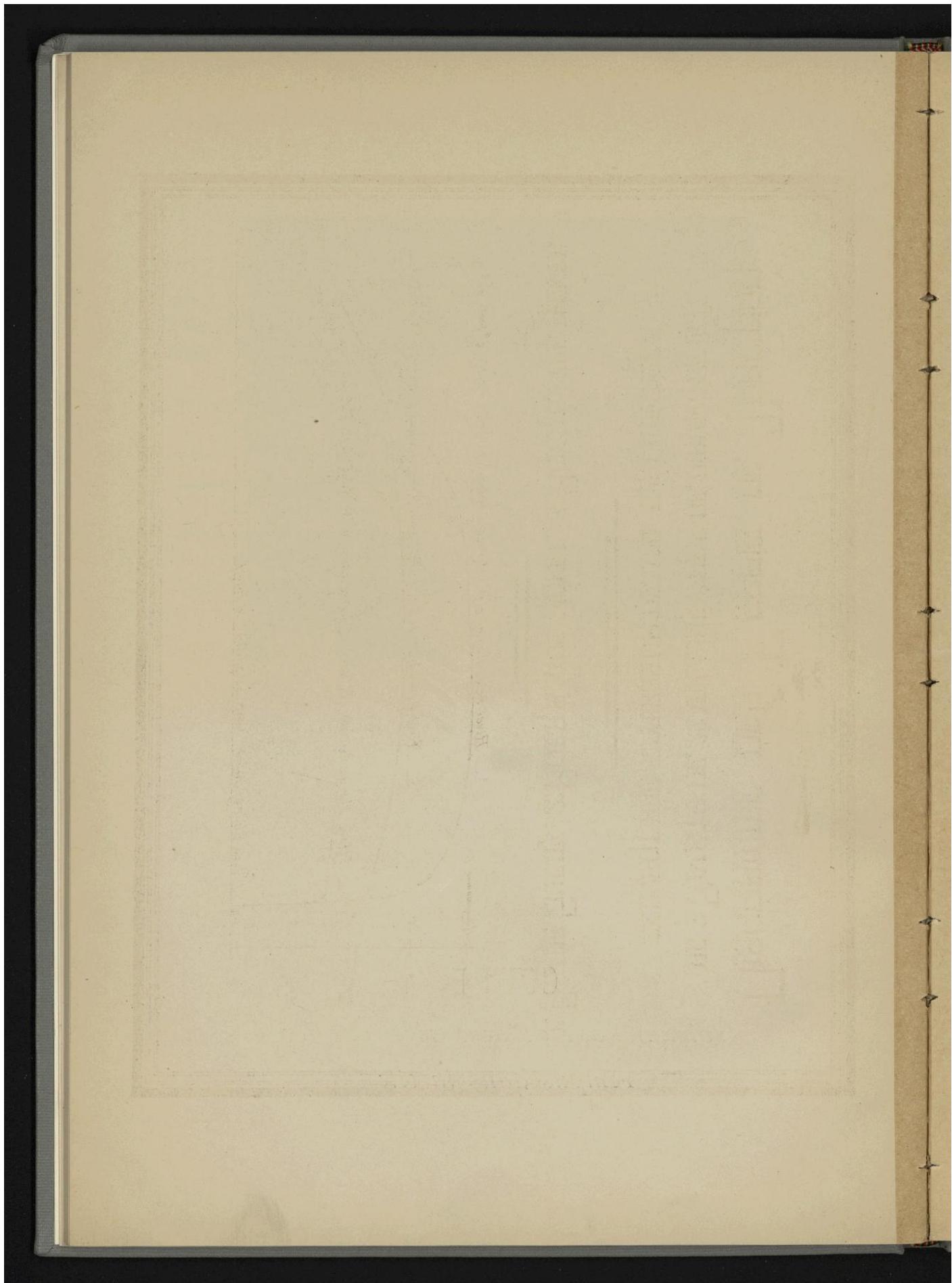
Il faut donc pour leur construction un métal qui soit non seulement très résistant, mais en outre le plus inoxydable possible.

L'acier de 25 à 26 o/o de nickel s'est imposé pour remplir ces conditions, et en 1900 nous avons déjà exposé quelques-uns de ces tubes.

En Angleterre, en Allemagne et en Amérique, les marines de guerre ont commencé à faire quelques applications des tubes en acier à haute teneur de nickel.



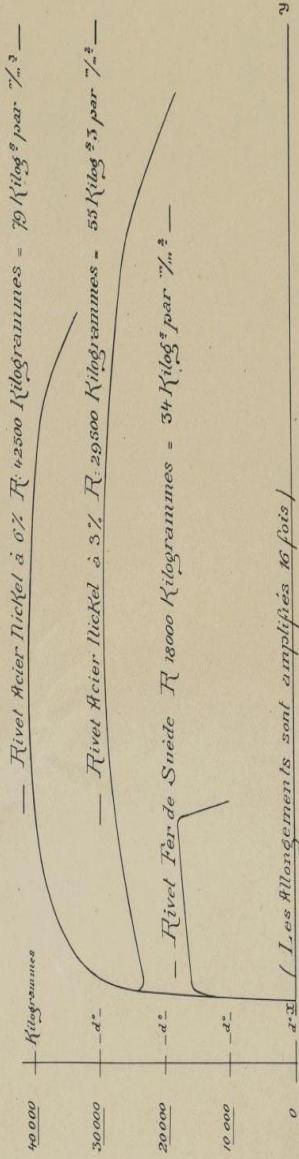
**COUPE**  
*suivant l'axe de deux rivets en fer  
rompus dans la tête* 96.  
Cnam



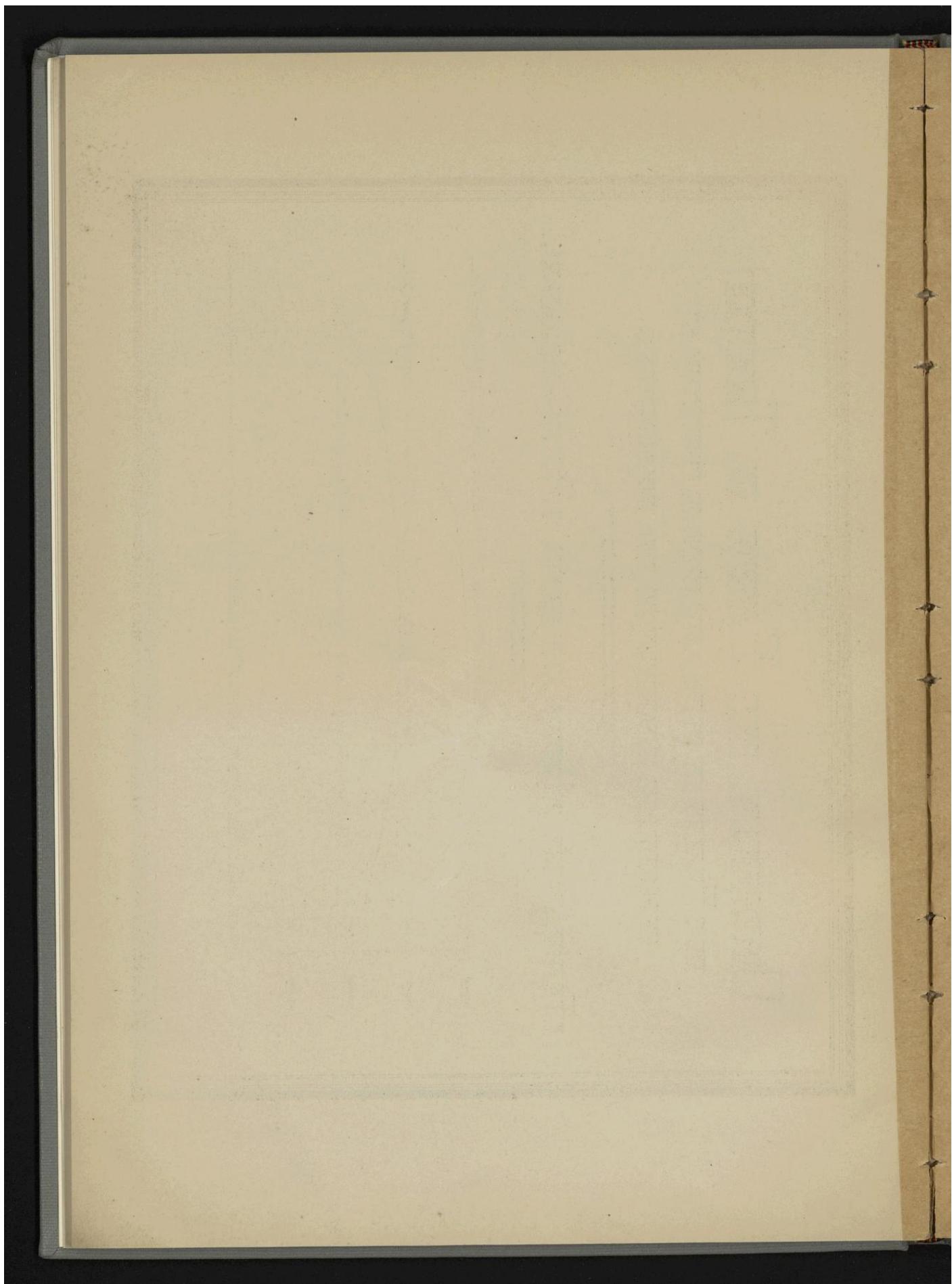
Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires

DIGRAPHIE DES ESSAIS DE TRACTION  
DE 3 RIVETS DE 25 MILLIMÈTRES DE DIAMÈTRE ET  
SERVANT UNE ÉMISSION DE 100 MILLIMÈTRES

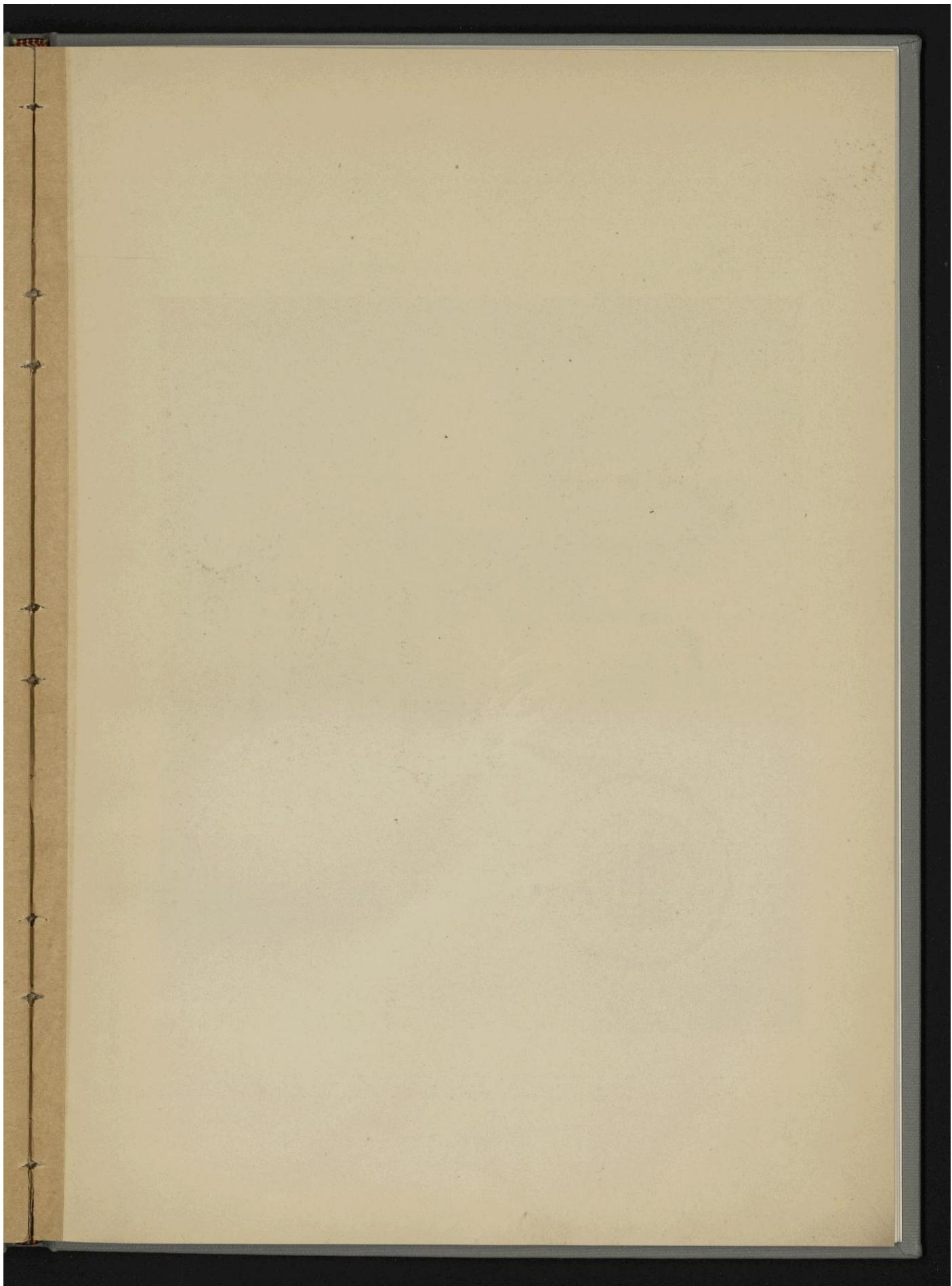
1<sup>e</sup> FER DE SUÈDE. 2<sup>e</sup> FER DE NICKEL. 3<sup>e</sup> FER RÉGÉNÉRÉ NICKEL.



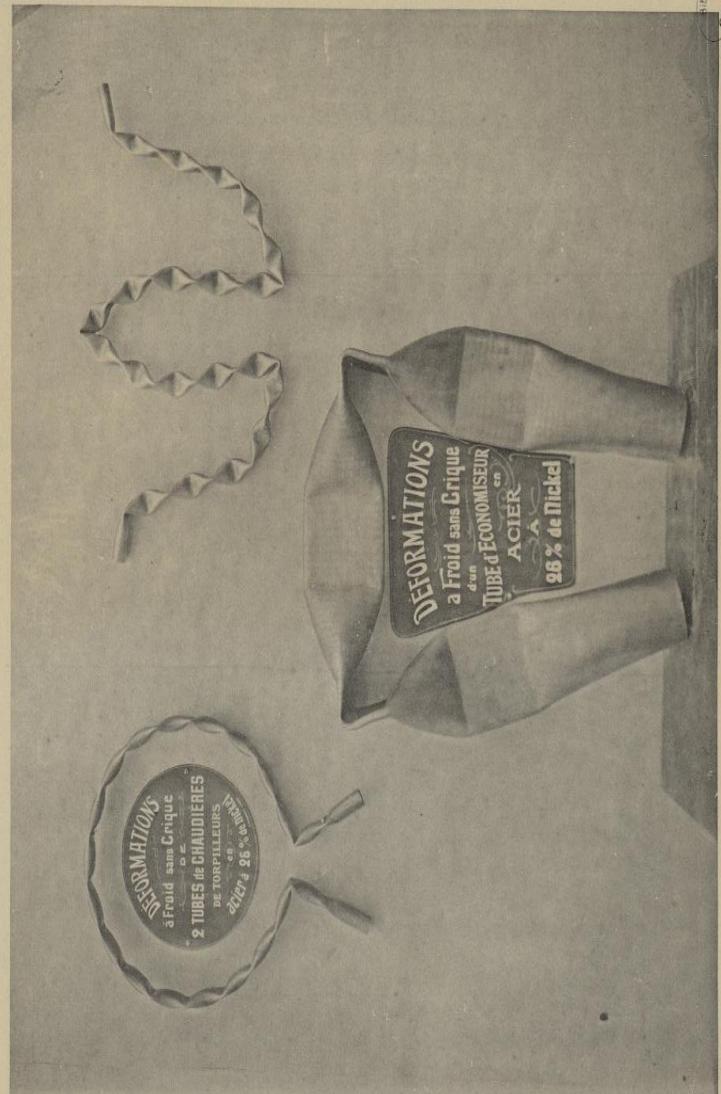
BB  
Cnam



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



M. YARROW, au cours des expériences dont il a communiqué les résultats le 20 Juin 1899, à l'Institut des *Naval Architects* a démontré que les tubes en acier de 20 à 25 % de nickel résistent à l'action des gaz ou vapeurs surchauffées deux fois plus longtemps que des tubes en aciers ordinaires au carbone et qu'ils opposent à la corrosion des acides une résistance beaucoup plus longue que les aciers ordinaires.

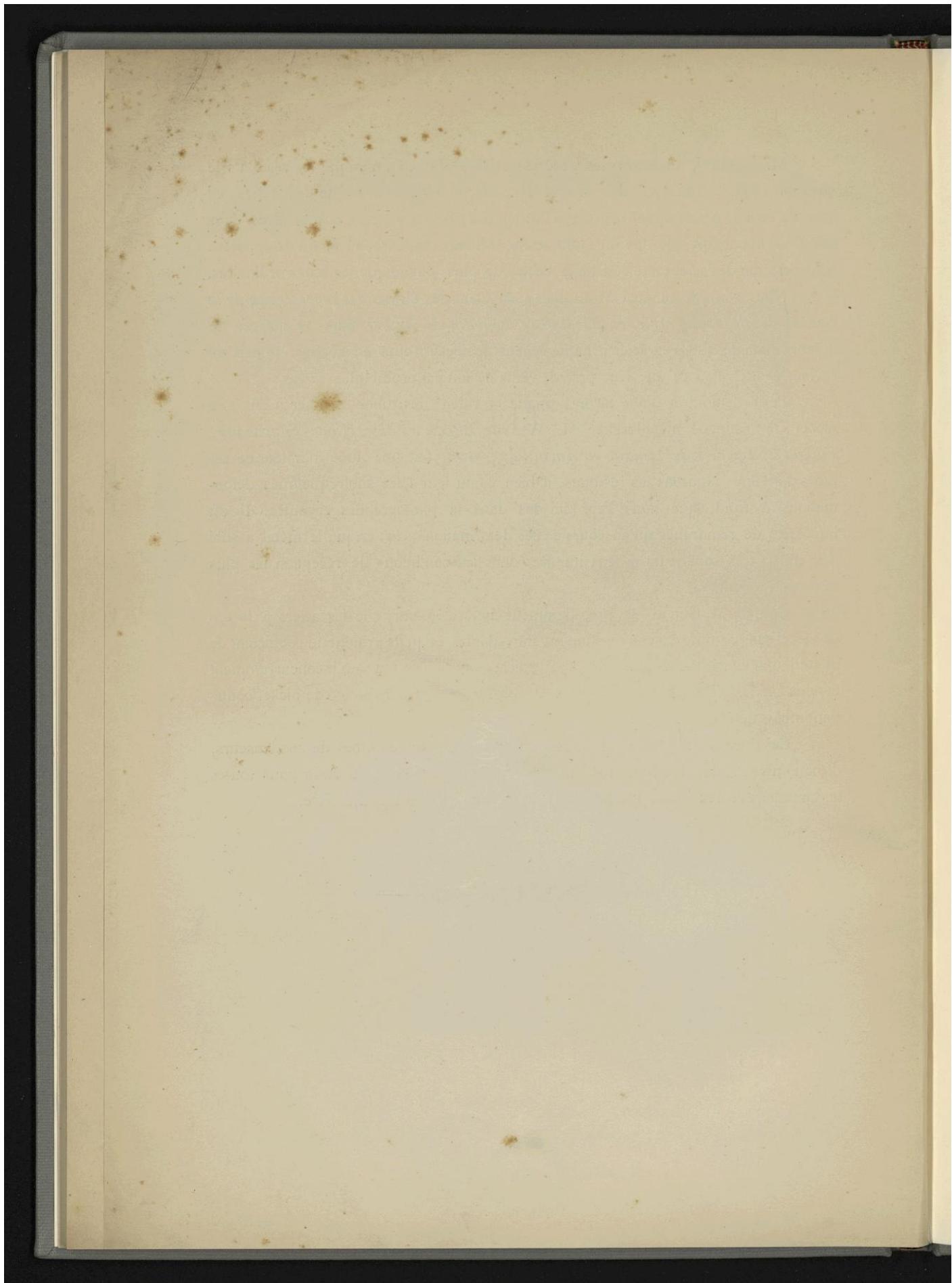
Nous avons demandé à M. LAMBERT, directeur des *Usines des corps creux de la Société de Travaux Dyle et Bacalan à Louvain* de vouloir bien se charger de la fabrication des tubes en acier à haute teneur de nickel, pour en abaisser le prix de revient et arriver à ce que leur prix de vente ne soit pas prohibitif.

Pour démontrer d'une façon pratique la valeur des tubes en acier à 26 % de nickel, le distingué métallurgiste M. WERTH, directeur des *Hauts Fourneaux, Forges et Aciéries de Denain et Anzin*, après avoir fait une étude complète de ces tubes dont nous exposons les résultats, a bien voulu leur faire subir quelques déformations à froid, que nous reproduisons dans la photographie ci-contre. Il est important de remarquer qu'au cours de ces déformations sans crique le métal a subi des efforts très supérieurs à ceux imposés dans les conditions de réception les plus sévères.

Comme M. GUILLAUME, précédemment cité, a démontré que les aciers à 30 % de nickel sans chrôme étaient absolument inoxydables et qu'ils avaient un coefficient de dilatation moindre que les aciers à 26 % de nickel, nous avons fait établir concurremment et nous exposons des tubes de chaudières de torpilleurs en acier à 30 % de nickel contenant moins de 1/2 % de chrôme.

Ces aciers de 26 à 30 % de nickel conviennent pour les tubes de condenseurs, d'économiseurs, de chaudières : de torpilleurs, de locomotives, et, enfin pour toutes les chaudières à circulation d'eau dans les tubes, quel qu'en soit le diamètre.





Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires