

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](#).
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>)
 - 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 passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.
6. Les présentes conditions d'utilisation des contenus du Cnum sont régies par la loi française. En cas de réutilisation prévue dans un autre pays, il appartient à chaque utilisateur de vérifier la conformité de son projet avec le droit de ce pays.

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA GRANDE MONOGRAPHIE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Auteur collectif
Auteur(s)	Auteur collectif
Titre	Conférences du dimanche
Adresse	Paris : Librairie de l'enseignement technique : Cnam, 1920-1926
Collation	23 vol.
Nombre de volumes	23
Sujet(s)	Sciences et industrie
Notice complète	0
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?12KY48_2CC20
LISTE DES VOLUMES	
	Conférence faite le 11 janvier 1920 sur les métallurgies
	Conférence sur l'aviation faite le 18 janvier 1920
	Conférence sur les recherches et les inventions faite le 25 janvier 1920
	Conférence faite le 1er février 1920 sur l'évolution du matériel d'artillerie
	Conférence faite le 15 février 1920 sur les chars d'assaut : historique technique, historique tactique, vues d'avenir
	Conférence faite le 22 février 1920 sur le service géographique de l'armée pendant la guerre
	Conférence faite le 29 février 1920 sur la fabrication des poudres et explosifs
	Conférence faite le 7 mars 1920 sur les radio-éléments et leurs applications
	Conférence faite le 14 mars 1920 sur la chimie de guerre : les gaz de combat
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	Conférence faite le 21 mars 1920 sur le rôle du laboratoire d'usine
	Conférence sur les industries chimiques faite le 28 mars 1920
	Conférence faite le 16 janvier 1921 sur l'aide des colonies au relèvement de l'industrie nationale
	Conférence faite le 23 janvier 1921 sur les moteurs à combustion
	Conférence faite le 23 janvier 1921 sur les chemins de fer pendant et après la guerre
	Conférence faite le 30 janvier 1921 sur les richesses de l'Alsace et de la Lorraine
	Conférence faite le 13 février 1921 sur l'utilisation du combustible dans la métallurgie
	Conférence faite le 20 février 1921 sur la Roumanie nouvelle
	Conférence faite le 6 mars 1921 sur les banques d'émission et la guerre
	Conférence faite le 6 mars 1921 sur l'aluminium : emplois industriels du métal et de ses principaux alliages
	Conférence faite le 20 mars 1921 sur la valorisation du travail humain
	Conférence faite le 19 mars 1922 sur une mission au Canada
	Conférence faite le 2 avril 1922 sur l'état actuel de la télégraphie et de la téléphonie sans fil
	La structure de la matière et l'électricité [14 février 1926]

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Auteur(s) volume	Auteur collectif
Titre	Conférences du dimanche
Volume	Conférence faite le 21 mars 1920 sur le rôle du laboratoire d'usine
Adresse	Paris : Librairie de l'enseignement technique, 1920
Collection	La science et l'industrie françaises pendant la guerre : leur rôle dans l'œuvre de renaissance économique de notre pays, 11 [10]
Collation	1 vol. (13 p.-[16] f. de pl.) : ill. ; 19 cm
Nombre de vues	52
Cote	CNAM-BIB 12 Ky 48 (10)
Sujet(s)	Guerre mondiale (1914-1918) -- France Guerre mondiale (1914-1918) -- Influence Métallurgie Recherche industrielle -- Laboratoires -- France -- 1900-1945
Thématique(s)	Histoire du Cnam
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	29/10/2026
Date de génération du PDF	29/10/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	https://www.sudoc.fr/094984476
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?12KY48.10

7.15
CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

LA SCIENCE ET L'INDUSTRIE FRANÇAISES PENDANT LA GUERRE
LEUR RÔLE DANS L'ŒUVRE DE RENAISSANCE ÉCONOMIQUE DE NOTRE PAYS

40
Conférence faite le 21 Mars 1920

sur

LE RÔLE

du

LABORATOIRE D'USINE

par

M. LÉON GUILLET

Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers
et à l'École centrale des Arts et Manufactures.



PARIS

LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

3 bis, rue Thénard (V°)

—
TOUS DROITS RÉSERVÉS



CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

292, rue Saint-Martin, Paris (3^e).

Le Conservatoire national des Arts et Métiers comprend :

1^o Un **musée industriel** contenant des collections uniques d'appareils et de modèles dont le nombre s'élève à plus de 15 000 et parmi lesquels se trouvent des objets historiques de la plus haute importance.

2^o Un **enseignement public et gratuit** pour l'application des sciences aux arts industriels et ne comprenant pas moins de 23 cours :

Géométrie appliquée aux arts. — Mécanique. — Machines. — Physique appliquée aux arts. — Électricité industrielle. — Métallurgie et travail des métaux. — Chimie générale dans ses rapports avec l'industrie. — Chimie agricole et analyse chimique. — Chimie industrielle. — Chimie appliquée aux industries des matières colorantes. — Chimie appliquée aux industries des chaux et ciments. — Filature et tissage. — Constructions civiles. — Art appliqué aux métiers. — Agriculture. — Économie industrielle et statistique. — Assurance et Prévoyance sociales. — Associations ouvrières. — Hygiène industrielle. — Économie sociale. — Droit commercial. — Géographie commerciale et industrielle. — Économie politique.

En outre, des conférences sur des sujets d'actualité sont faites dans le courant de l'année.

3^o Un **enseignement pratique** donné dans la journée et qui constitue une préparation directe à l'industrie.

Cet enseignement porte actuellement sur les machines, la métallurgie, la mécanique, la physique, l'électricité industrielle, la filature et le tissage.

4^o Une **bibliothèque** contenant une riche collection d'ouvrages relatifs aux sciences, aux arts, à l'agriculture et à l'industrie et renfermant environ 53 000 volumes ou cartes. C'est un centre de documentation pour les industriels, les commerçants, les ouvriers; les étudiants, les élèves des grandes Écoles y trouvent aussi les ouvrages utiles à leurs études.

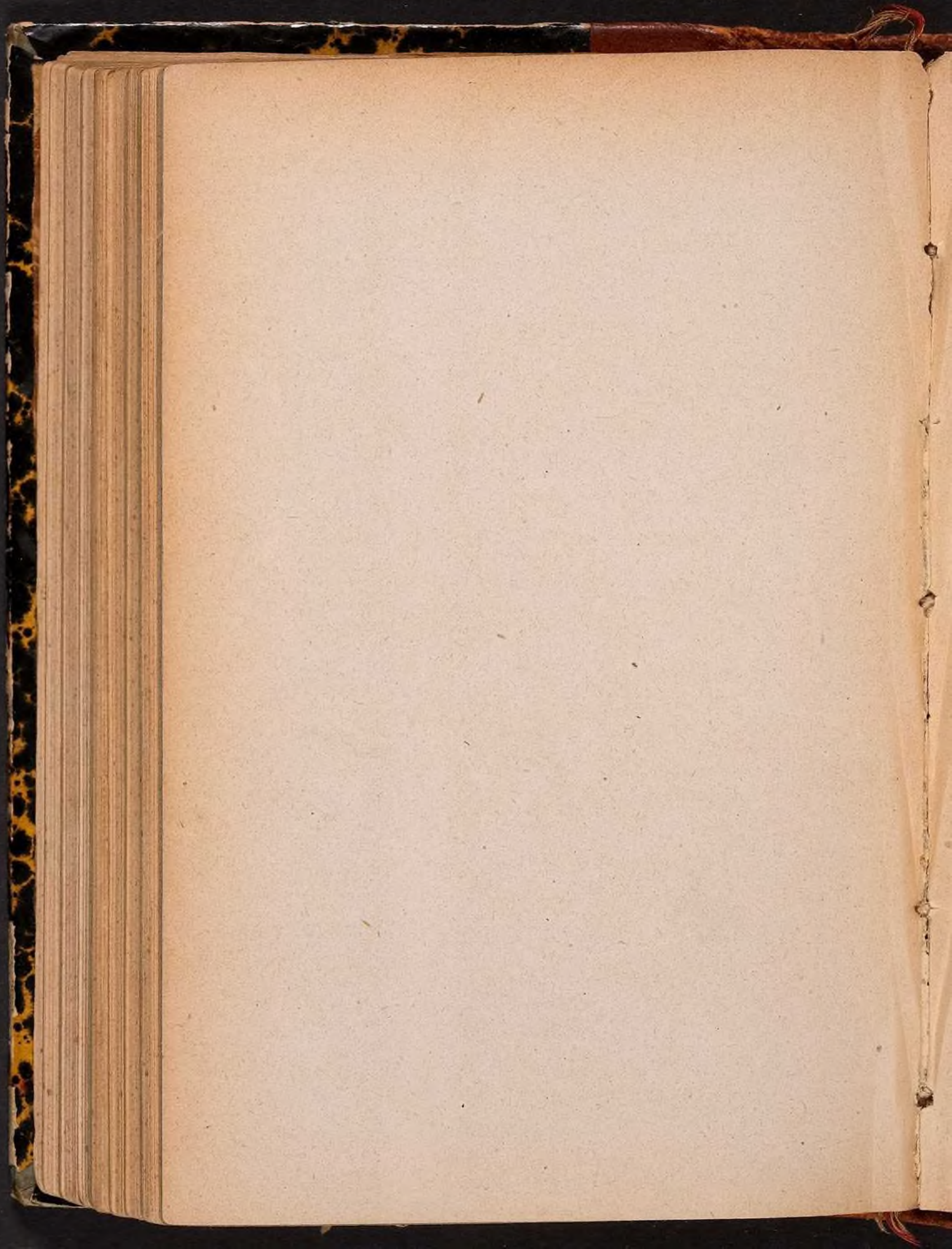
5^o Un **laboratoire d'essais industriels** dont le but est de permettre aux Services de l'État, aux industriels, commerçants et particuliers de soumettre les produits bruts ou manufacturés de toute nature, les machines et les appareils, aux essais mécaniques, physiques, chimiques ou aux essais de machines susceptibles de les qualifier.

6^o Un **musée de prévention des accidents du travail et d'hygiène industrielle** qui constitue une exposition permanente des appareils protecteurs et des dispositifs de sécurité et d'hygiène industrielle les plus pratiques et les plus perfectionnés.

7^o Enfin un **laboratoire de recherches sur le travail professionnel** qui poursuit l'application, au monde économique, des méthodes de discipline et d'ordre de l'activité humaine. Le but à atteindre est le rendement social maximum; les moyens sont dans l'organisation de l'outillage et de la main-d'œuvre, et, avant tout, de l'apprentissage.

LA SCIENCE ET L'INDUSTRIE FRANÇAISES
PENDANT LA GUERRE

LE RÔLE
DU LABORATOIRE D'USINE



120 Ky 48 (10)

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

Conférence faite le 21 Mars 1920

SUR

LE RÔLE

DU

LABORATOIRE D'USINE

PAR

M. Léon GUILLET

Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers
et à l'École centrale des Arts et Manufactures.

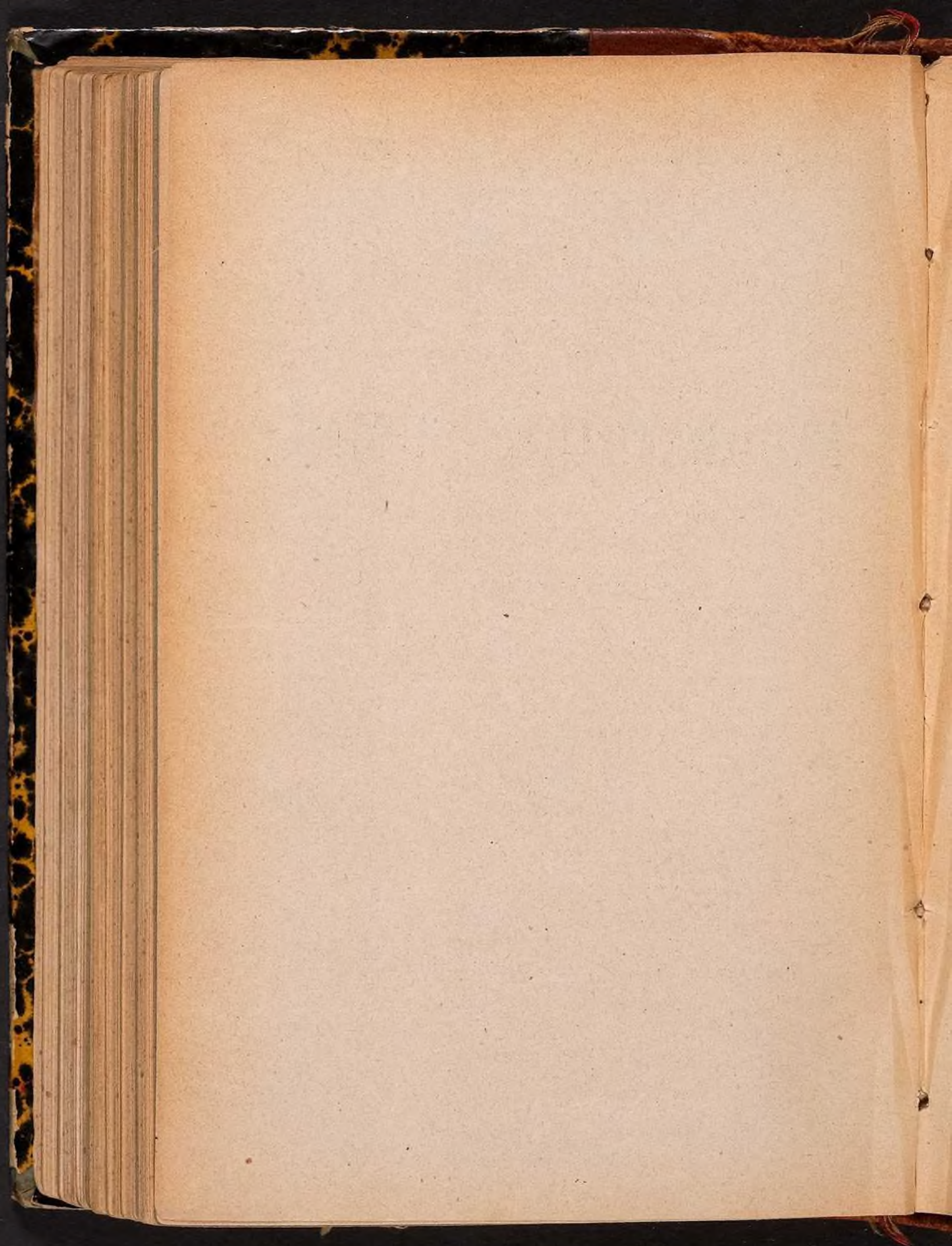


LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

3 bis, rue Thénard, PARIS, V°

1920

TOUS DROITS RÉSERVÉS



Mesdames, Messieurs,

Je m'excuse tout d'abord de revenir près de vous six semaines à peine après la conférence que j'ai eu l'honneur de vous faire sur les efforts de l'industrie métallurgique pendant la guerre.

Ma seule excuse est que mon excellent ami, M. Portevin, se trouve éloigné de tout enseignement depuis de longs mois par suite d'une indisposition qui persiste; je le regrette vivement pour vous tous qui comptiez l'entendre vous exposer avec autorité la si intéressante question des laboratoires.

Cependant je tâcherai de vous montrer clairement la très grande importance du sujet que M. le Directeur du Conservatoire a bien voulu me demander de traiter en son lieu et place, cela en divisant ma conférence en trois points distincts.

Je vous montrerai, d'une part, le progrès fait pendant la guerre par les méthodes d'essais et leurs applications, je vous citerai ensuite quelques exemples, l'un particulièrement typique, de construction de laboratoire moderne et enfin nous tâcherons de voir les conséquences pour l'après-

guerre des résultats obtenus pendant ces longues années de lutte.

Donc, je commencerai par vous parler des progrès faits par les méthodes d'essais pendant la guerre. Tout à l'heure, dans un film assez curieux et tout à fait intéressant, vous verrez la principale méthode d'essai mécanique : l'essai de traction. Je ne m'y arrêterai point, mais j'insisterai spécialement sur l'essai de choc sur barreaux entaillés qui, grâce à l'aéronautique, est entré définitivement dans les cahiers des charges.

Vous savez que l'essai de choc est une méthode qui découle des travaux de nombreux Français, notamment de MM. Considère, André Le Chatelier, etc., etc.

On sait depuis bien longtemps que les métaux dans l'essai de choc offrent des particularités qui ne sont point mises en vue dans l'essai de traction ; ce serait une erreur de croire que, parce qu'un métal s'allonge convenablement, il est appelé à résister à des chocs importants ; on sait que des tôles de chaudières offrant des résultats normaux à l'essai de traction se sont brisées en mille pièces en les laissant tomber.

Cependant l'ancienne méthode d'essai de choc qui consistait à laisser tomber un poids sur un barreau plein, généralement de section carrée, ne donnait que des résultats tout à fait imprécis.

La méthode moderne se résume ainsi :

Un barreau de section carrée portant une entaille définie sur une face opposée à l'impact et posée sur deux appuis reçoit un choc déterminé ; grâce à l'entaille, l'éprouvette se rompt d'un seul coup. On

mesure, au moyen d'appareils que vous verrez au cinématographe, le nombre de kilogrammètres consommés par l'éprouvette pour se rompre. Plus exactement on mesure le nombre de kilogrammètres subsistant dans l'appareil qui a produit le choc, aussitôt après celui-ci. Cette mesure se fait soit au moyen de ressorts (mouton ~~Pé~~émont), soit par l'emploi d'un pendule dont on connaît la montée après la rupture (pendule Charpy), soit par l'utilisation d'un volant portant un bec et dont la diminution de vitesse par le choc indique l'énergie consommée (mouton rotatif de Guillery).

Quelques métallurgistes ont montré un certain désarroi devant cet essai de choc; ils ont eu peur que l'on mit en vue des défauts particuliers du métal et que l'on interprêtât à la légère les résultats. Avant la guerre on avait bien introduit timidement cette méthode dans certains cahiers des charges, on avait rencontré une certaine opposition de la part des producteurs et les consommateurs n'avaient pas osé faire nettement le pas en avant. Ce pas a été fait pendant la guerre par l'aéronautique qui a justement cru indispensable l'introduction de cette clause dans la réception des arbres vilebrequins. Tous les arbres vilebrequins des moteurs d'aviation ont été reçus pendant la guerre avec l'essai de choc sur barreaux entaillés, on a imposé un nombre de 9 à 10 kilogrammètres sur éprouvette parfaitement définie (section de 10/10 mm. avec entaille de 2/2 et fond rond).

Le deuxième essai connu depuis longtemps dans l'industrie, mais vulgarisé d'une façon plus nette encore pendant la guerre, est l'essai de dureté. On

peut estimer qu'au moment où la fabrication des obus battait son plein, au moment où la France faisait plus de 450 000 obus par jour, on a pratiqué, dans notre pays seulement, plus de 800 000 essais de bille quotidiennement.

Vous savez comment on fait l'essai de bille : d'après un principe exposé pour la première fois au Congrès des méthodes d'essais des matériaux, tenu à Paris lors de l'Exposition de 1900. Cet essai est dû à Brinell. Voilà en quoi il consiste : une bille d'un diamètre déterminé (généralement 10 mm.) est appliquée à la surface du métal à essayer, sous une charge connue (ordinairement 3 000 kilos). Il s'en suit l'impression dans le métal d'une calotte sphérique.

On mesure, d'une part, la charge P exercée et, d'autre part, le diamètre d de la calotte sphérique dans le plan d'affleurement, on en déduit la surface a de la colonne sphérique et le chiffre Δ dit chiffre de Brinell est égal au rapport

$$\Delta = \frac{P}{a}$$

Le chiffre Δ sous une même charge est d'autant plus petit que le métal est plus mou, d et a allant en diminuant quand la dureté croît.

Cette méthode a été utilisée particulièrement pour surveiller le traitement thermique des obus. On les « billait » avant tout traitement, après trempe et à fin de traitement, après revenu.

On arrivait ainsi à avoir des obus parfaitement sélectionnés, on admettait, d'une façon industrielle, que des obus pour lesquels le diamètre d'empreinte

était compris entre 3 mm. 4 et 3 mm. 7 donnait de bons résultats au tir, sans parler de quelques autres vérifications.

Une autre méthode de contrôle qui a pris un très grand développement consiste dans la mesure des températures élevées.

Certes, ces méthodes étaient déjà très employées avant la guerre, mais elles se sont vulgarisées très rapidement et cela dans les ateliers les plus archaïques.

Elles ont donné, entre les mains du contrôle, des résultats remarquables et ont permis de faire tomber dans une proportion inespérée les rebuts, provenant spécialement de la trempe des aciers et qui atteignaient 10 p. 100.

Le contrôle a créé de toutes pièces des méthodes nouvelles. La plus typique est celle du sonnage. M. Portevin aurait particulièrement insisté sur cette question qu'il a spécialement travaillée.

Voici en quoi elle consiste :

Quand on trempe une pièce, l'un des accidents les plus fréquents, lorsque l'on a affaire surtout à des aciers médiocres, des aciers demi-fins, consiste dans la production de ce qu'on appelle les « tapures ». Ce sont des fentes extrêmement fines qui, prenant naissance dans le produit trempé, sont souvent invisibles de suite et se développent ultérieurement. On peut en déceler par les rayons X, grâce aux tubes Coolidge. On en a fait quelques installations, mais les rayons X sont parfois des courants dangereux à manipuler et il faut des installations coûteuses.

On a employé le sonnage. Bien évidemment une pièce fendue n'a pas au son le même rendement

qu'un obus sain. Mais fallait-il encore préciser la méthode, pour n'éliminer que des obus mauvais et les éliminer tous. On a cherché à définir tous les facteurs qui pouvaient agir et à les préciser, et l'on mesure en somme la durée du son. On également précisé les conditions optima pour percevoir au mieux ces écarts de durée. Nul doute que cette méthode ne puisse être utilisée avantageusement dans les travaux de paix. A noter, d'ailleurs, que la hauteur du son a donné des résultats pour juger de la qualité d'une fonte aciérée.

Il faut encore signaler les progrès faits par l'analyse chimique, la micrographie et la macrographie.

C'est grâce à l'analyse chimique que l'on a pu mettre au point, même dans de petites fonderies, la fabrication de la fonte aciérée.

La micrographie, avec ses progrès les plus récents, est intervenue aussi pour le réglage des traitements thermiques.

Enfin la macrographie, qui consiste dans un examen sous très faible grossissement, généralement à l'œil, du métal attaqué, la macrographie, trop délaissée en France jusqu'à la guerre, a permis de mettre en vue de très graves défauts, spécialement les poches de retassure qui se produisent à la coulée des lingots et qui ne sont pas toujours complètement éliminées.

La macrographie a été de plus employée pendant la guerre pour étudier les méthodes de fabrication. Elle fait apparaître les lignes de forgeage, et permet ainsi de voir comment une pièce a été travaillée. On distingue ainsi fort aisément les arbres forgés dans une barre des arbres découpés dans la tôle.

Enfin la macrographie, grâce aux réactifs d'application, tel que les papiers photographiques, permet de mettre très rapidement en évidence certaines impuretés, sulfures et phosphures.

Vous voyez ainsi les progrès les plus importants faits pendant la guerre.

Examinons maintenant les progrès dans la construction des grands laboratoires.

Pour cela, visitons en détails — par le cinématographe — les laboratoires des usines Citroën construits pendant la guerre.

(Passage de série de longs films montrant toute l'organisation et, en détails, tous les essais pratiqués aux usines Citroën.)

Le laboratoire que vous venez de visiter d'une façon un peu rapide et qui est dirigé par mon excellent ami, M. Godfroid, a rendu les plus grands services dans les fabrications de guerre, puis il a permis de mettre au point une fabrication très délicate, celle des aciers à coupe rapide.

D'autre part, on a fait des efforts considérables, on a développé les laboratoires existants, on en a créé de nouveaux. A la Compagnie des Forges de Commentry Neuves-Maisons, M. Charpy a commencé l'édification d'un laboratoire qui va entrer incessamment en fonctionnement et qui certainement sera le plus beau laboratoire, le plus important de France.

De tous côtés on a eu la notion que la méthode scientifique devait être la base de toutes ces fabrications de guerre et on a fait, il faut bien le dire, de véritables prodiges pour se l'asservir.

Il me reste encore un point à bien faire ressortir : il est impossible que cet effort considérable fait dans la voie scientifique pendant la guerre, n'ait pas de lendemain et ses conséquences doivent être considérables.

Les usines qui n'avaient pas l'habitude des méthodes scientifiques l'ont prise, car il faut bien le reconnaître, à l'avant-guerre les industriels français se divisaient en quatre catégories : ceux qui avaient confiance dans la Science, ils ne craignaient pas d'engager d'importantes dépenses pour créer des laboratoires et rémunérer un personnel compétent ; d'autres industriels en faisaient fi, pensant trouver en eux-mêmes la science infuse.

D'autres avaient en la Science une confiance très limitée, mais il leur semblait de bon aloi — voire d'excellente réclame — de paraître y croire et ils ont laissé faire. Ceux-là se sont vite aperçus que la méthode scientifique était intéressante.

Il y avait enfin les timorés, ceux qui se disaient : « Nous irions bien de l'avant, mais la science est coûteuse, les savants sont exigeants. Ils sont de bien mauvais rendement. Quand on leur commande une découverte, ils ne la font pas. »

La mentalité a bien changé. Tout le monde maintenant croit au contrôle et aux méthodes scientifiques.

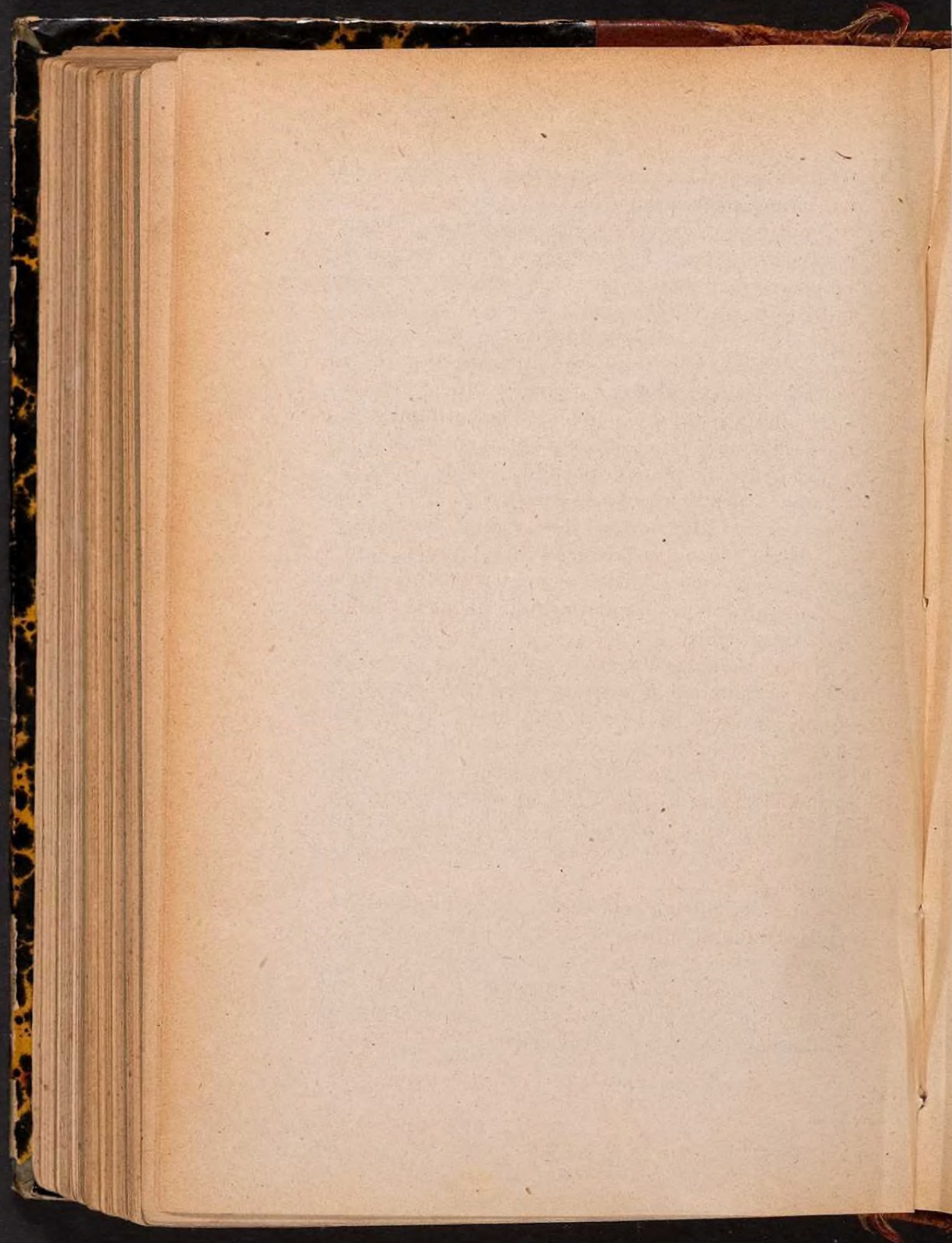
Les progrès faits seront largement utilisés ; la méthode de dureté, par exemple, continue à se développer. Je pourrais vous citer une usine où on contrôle quotidiennement 6 000 pièces avant, pendant et après le traitement thermique de façon à être sûr de la matière qui entre et qui sort de l'usine.

C'est un progrès qui ne se serait probablement pas fait s'il n'y avait pas eu les fabrications de guerre.

D'autre part on a créé des cahiers des charges dont certainement la production française n'aurait jamais voulu entendre parler en temps de paix; il a fallu faire un effort considérable du côté consommateur et du côté producteur. A la suite des grandes discussions qui ont eu lieu au Comité consultatif des Arts et Manufactures, M. Clémentel a créé une Commission de standardisation qui a 14 ou 15 sous-commissions fonctionnant d'une façon permanente. La standardisation, — c'est le mot, et n'oubliez pas que c'est un mot français, — s'étend de plus en plus à tous les organes simples de machines, à toutes les matières premières et à quelques produits finis, sans nuire aux fabrications, mais contribuant singulièrement à l'abaissement du prix de revient.

Tous les efforts doivent être faits pour augmenter notre production et nous sommes tous convaincus que les grandes victoires qui doivent être remportées par la France sur les champs de bataille économique, le seront à condition que l'union qui existait pendant la guerre entre tous les Français subsiste à l'après-guerre. L'union doit être entre le capital et le travail; l'union doit être entre l'industriel et le scientifique.

Mieux l'industrie comprendra que seule la méthode scientifique, à la base de laquelle se trouve le laboratoire, permet de produire à meilleure qualité et à plus bas prix de revient, plus vite la France, patrie de Descartes, se relèvera rapidement des ruines accumulées par l'ennemi.



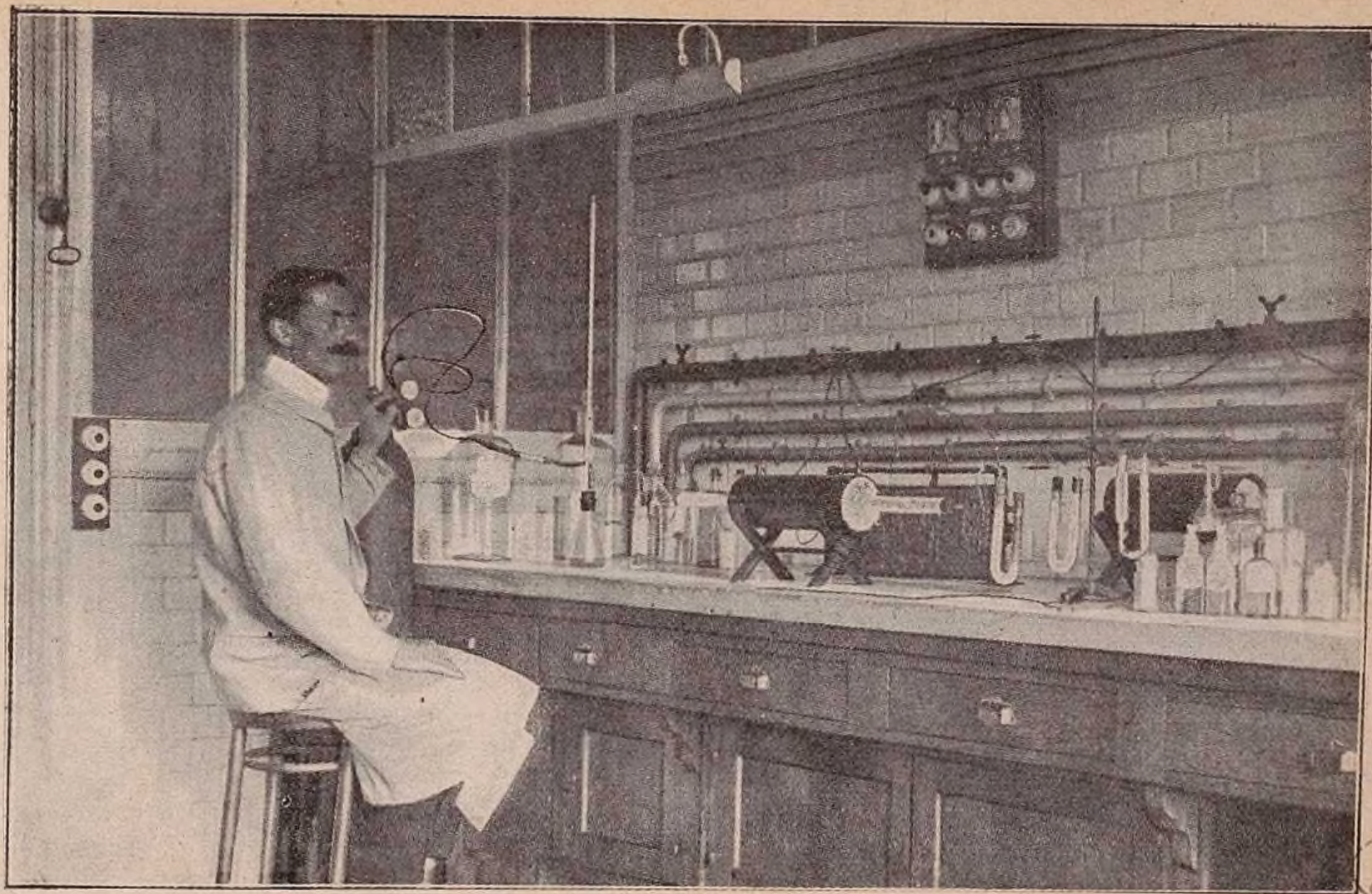
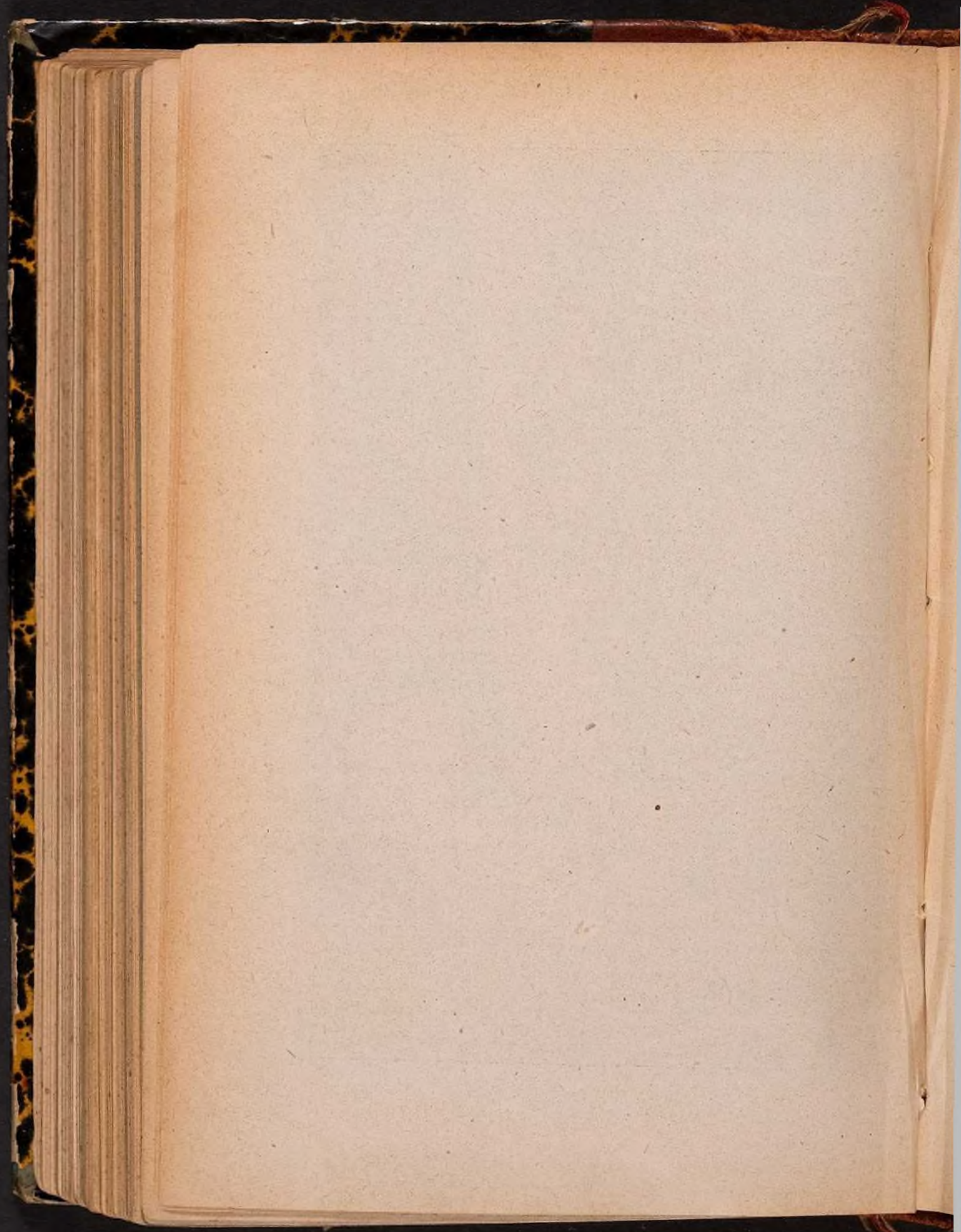


FIG. 1. — LABORATOIRE CITROËN : LE DOSAGE DU CARBONE.

816
CNAM



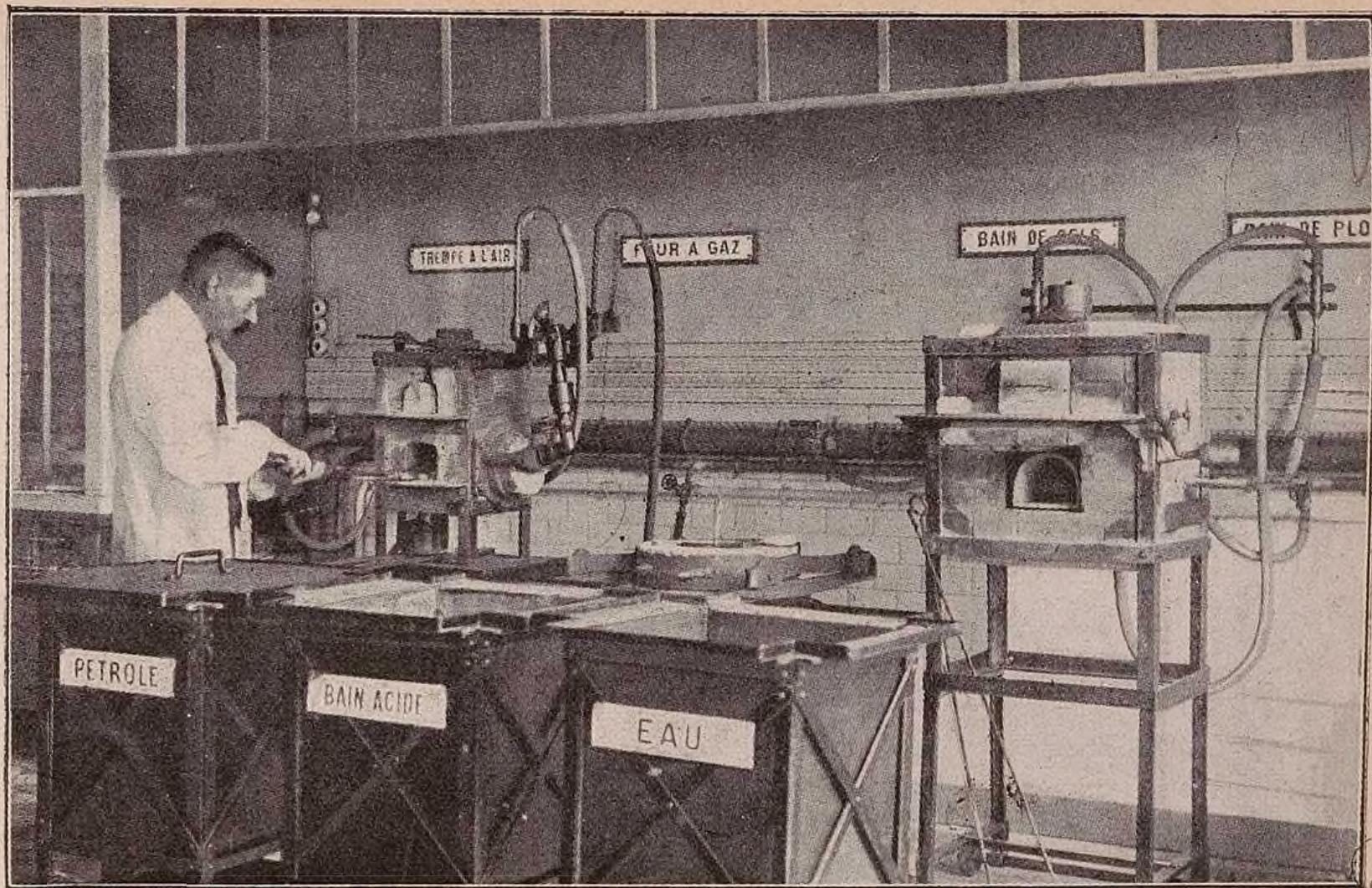
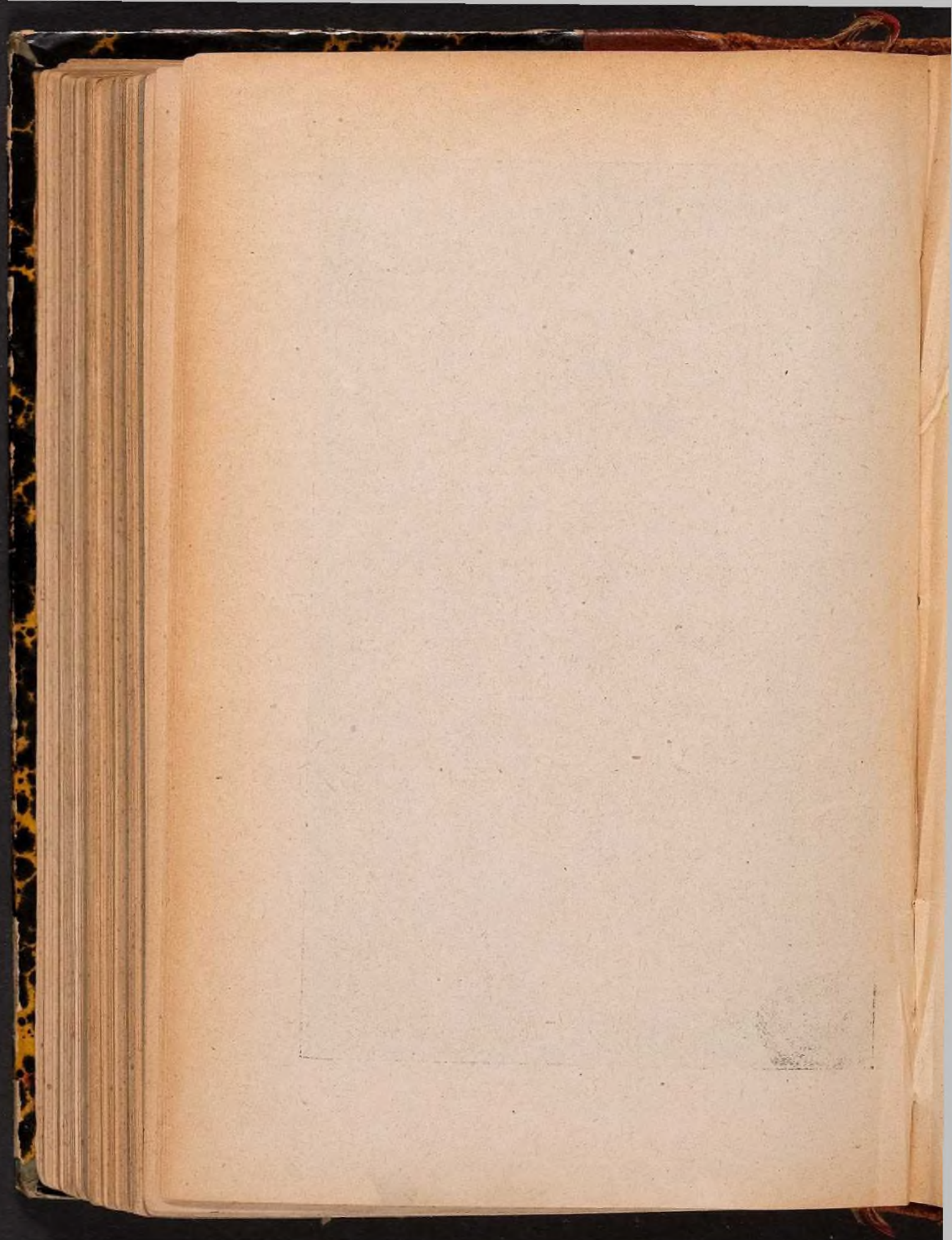


FIG. 2. — LABORATOIRE CITROËN : SALLE DES TRAITEMENTS THERMIQUES.

Bib
CNAM



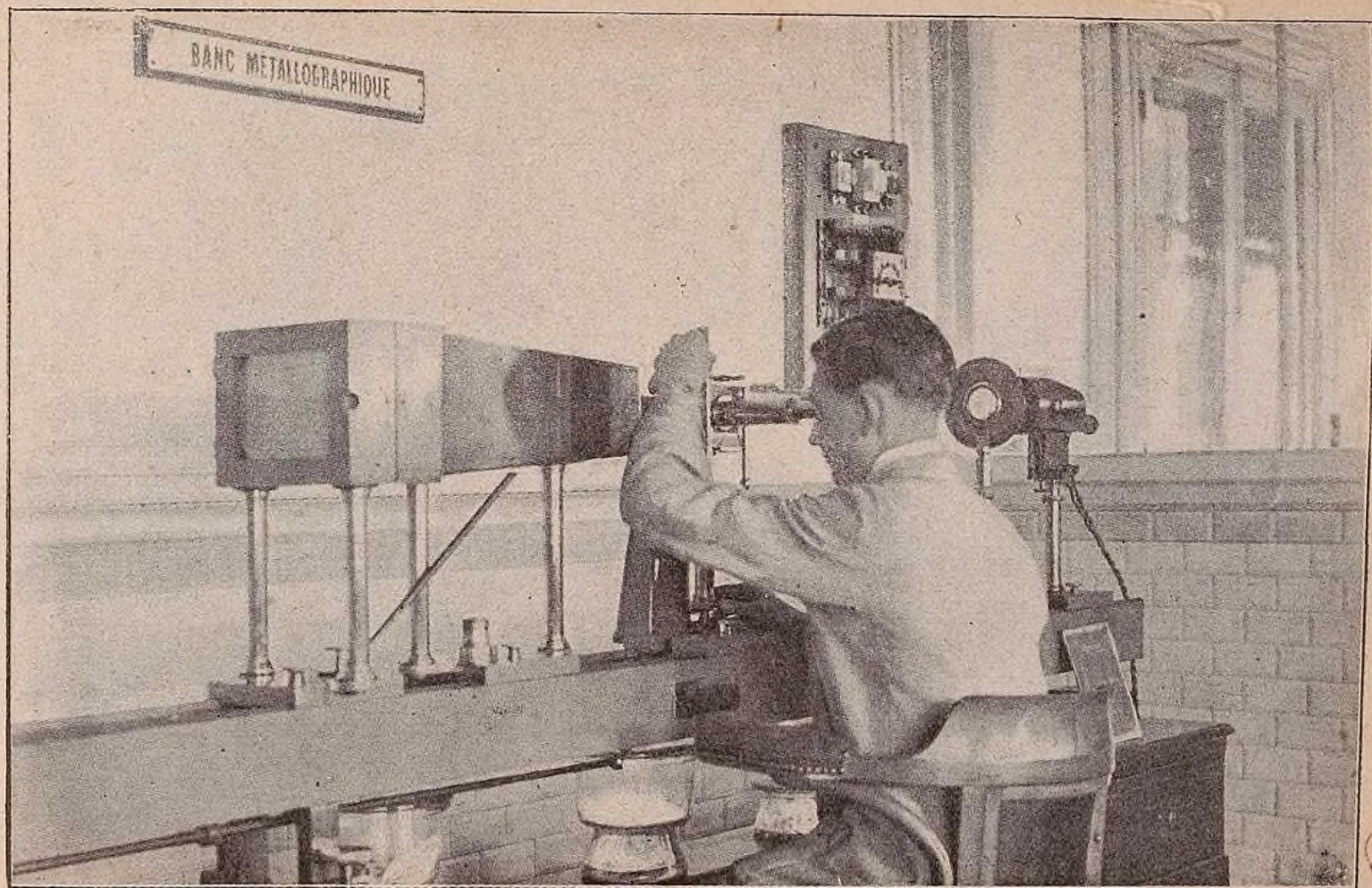


FIG. 3. — LABORATOIRE CITROËN : MICROSCOPE LE CHATELIER.



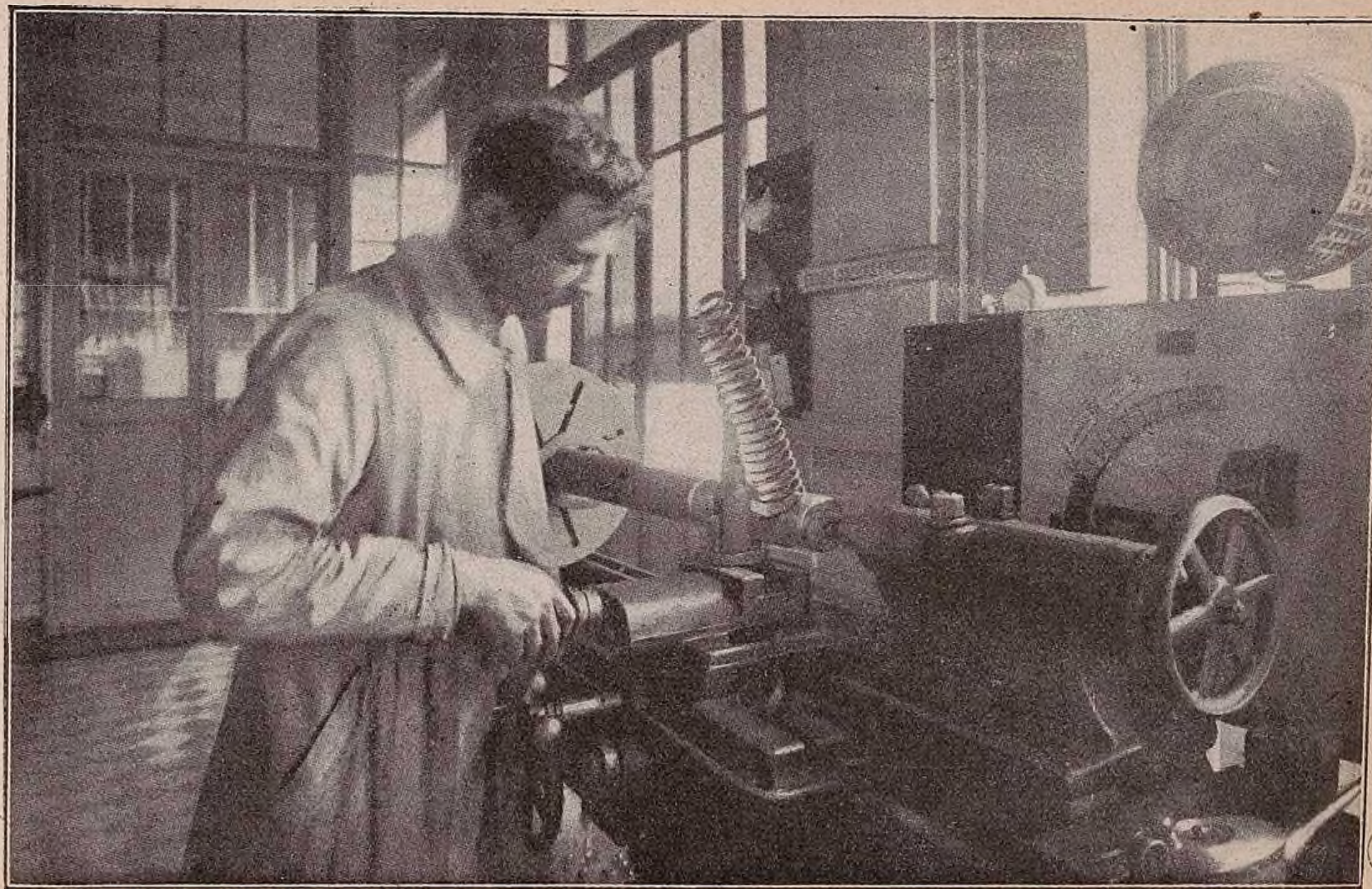
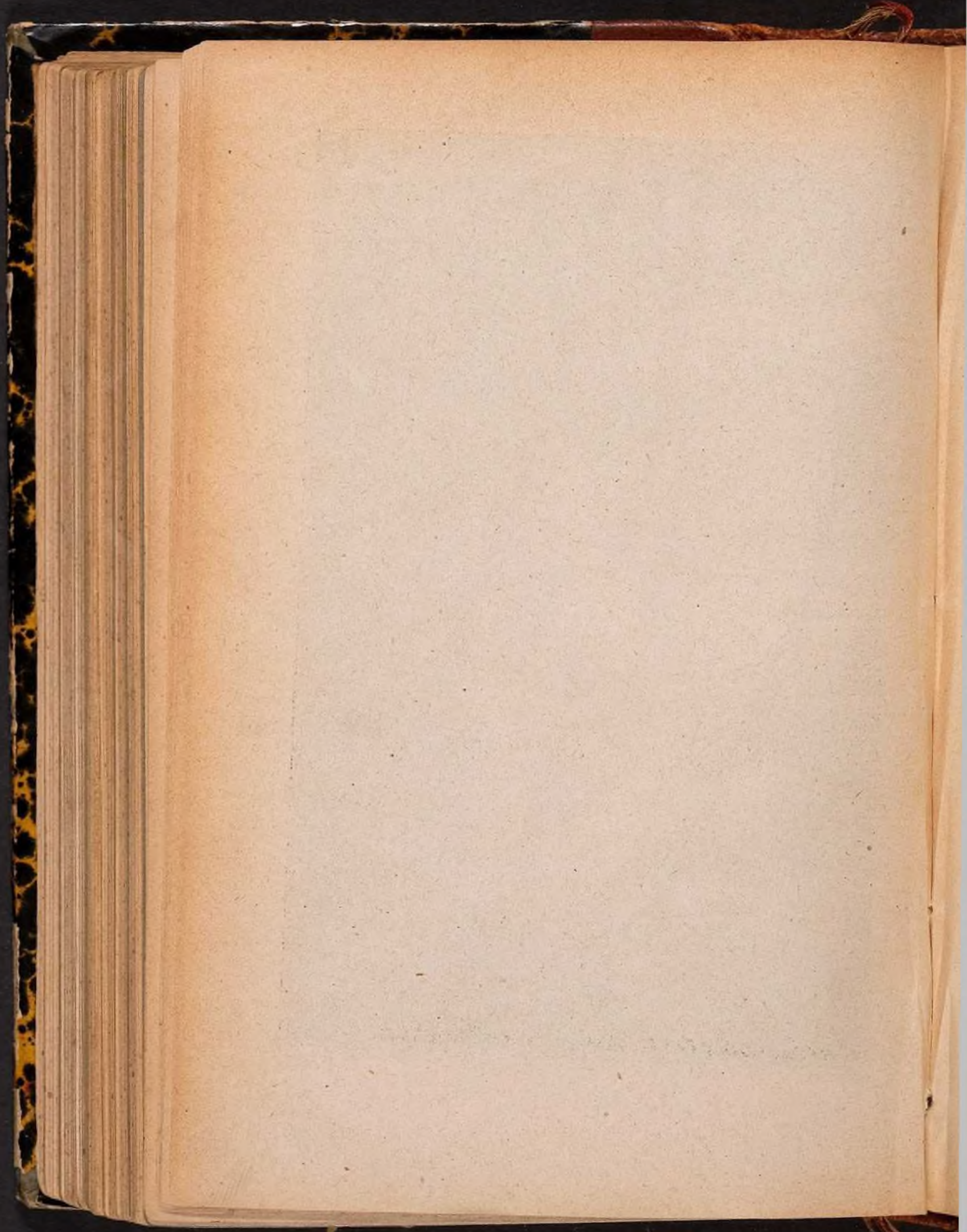


FIG. 4. — LABORATOIRE CITROËN : ESSAIS D'OUTILS PAR LA MÉTHODE TAYLOR.
(On voit le copeau sortant du tour.)

Bib
CNAM



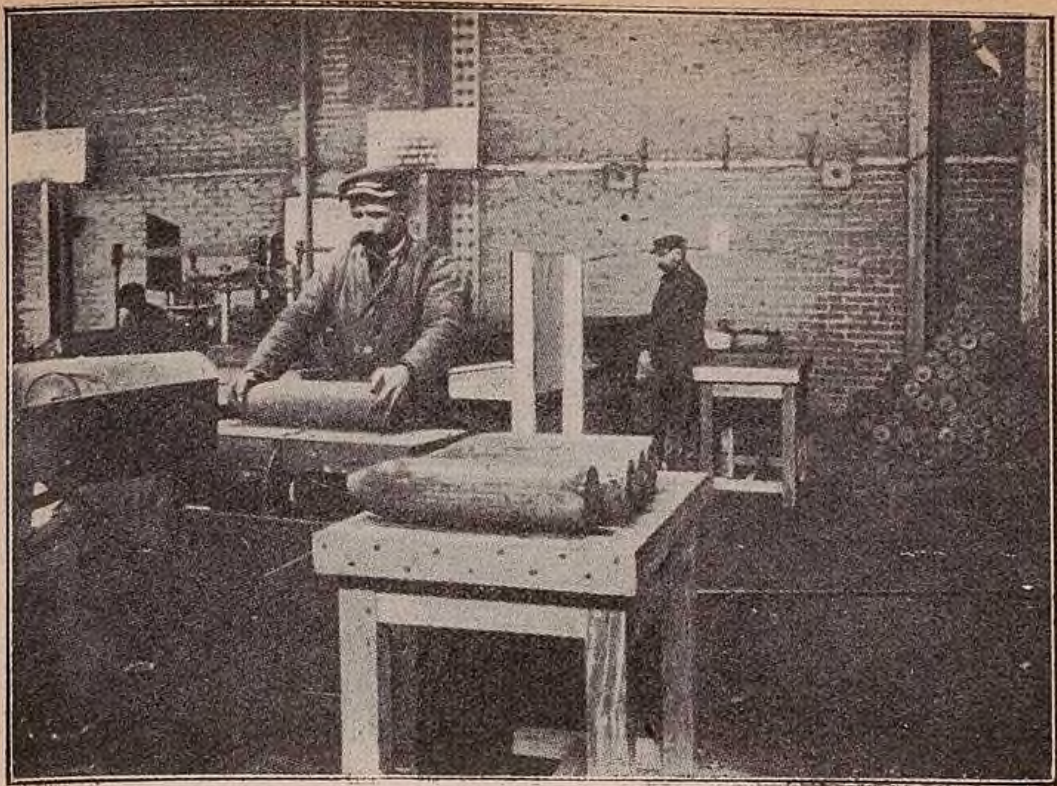


FIG. 5. — LA PRÉPARATION POUR L'ESSAI A LA BILLE (MOULAGE)
(CHANTIERS DE SAINT-NAZAIRE).

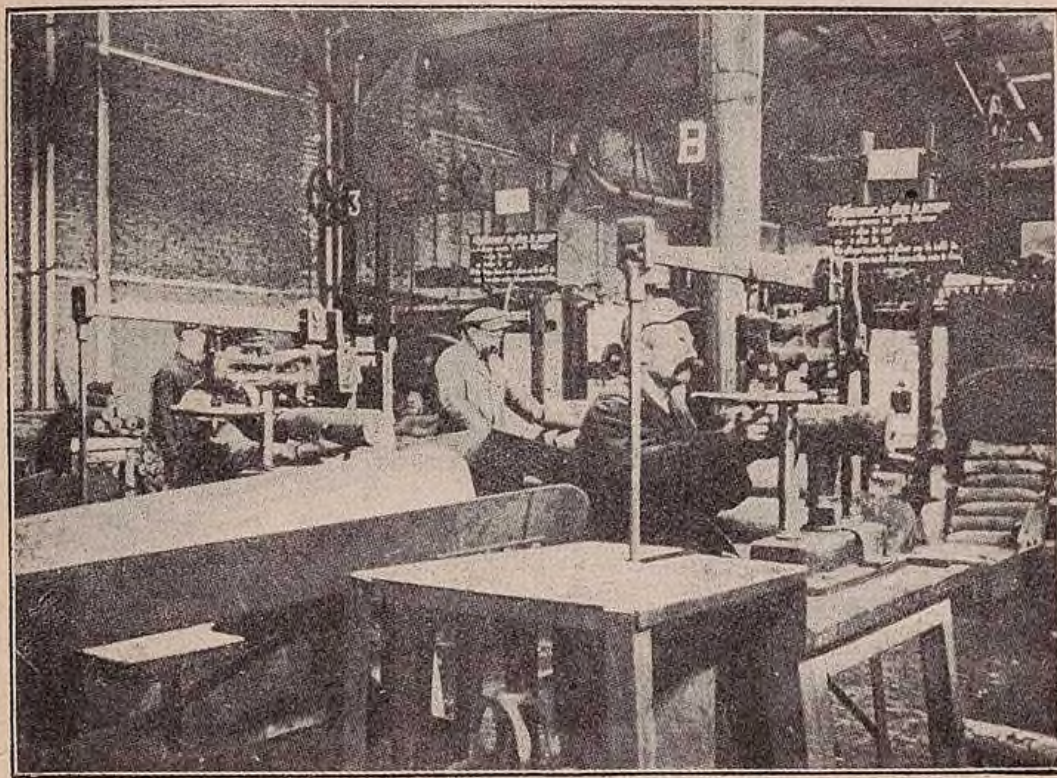
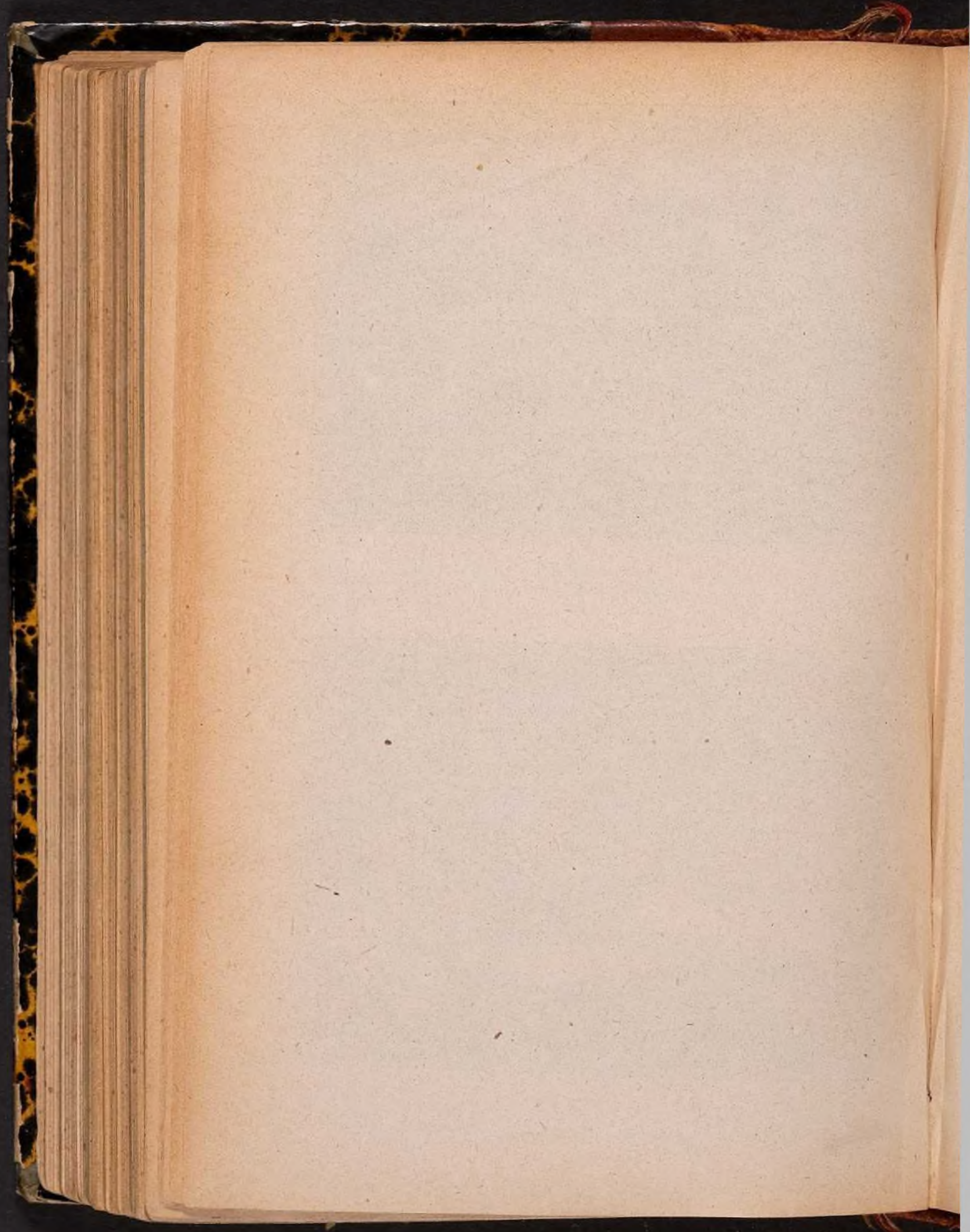


FIG. 6. — ESSAIS D'OBUS A LA BILLE (CHANTIERS DE SAINT-NAZAIRE).

34b
CNAM



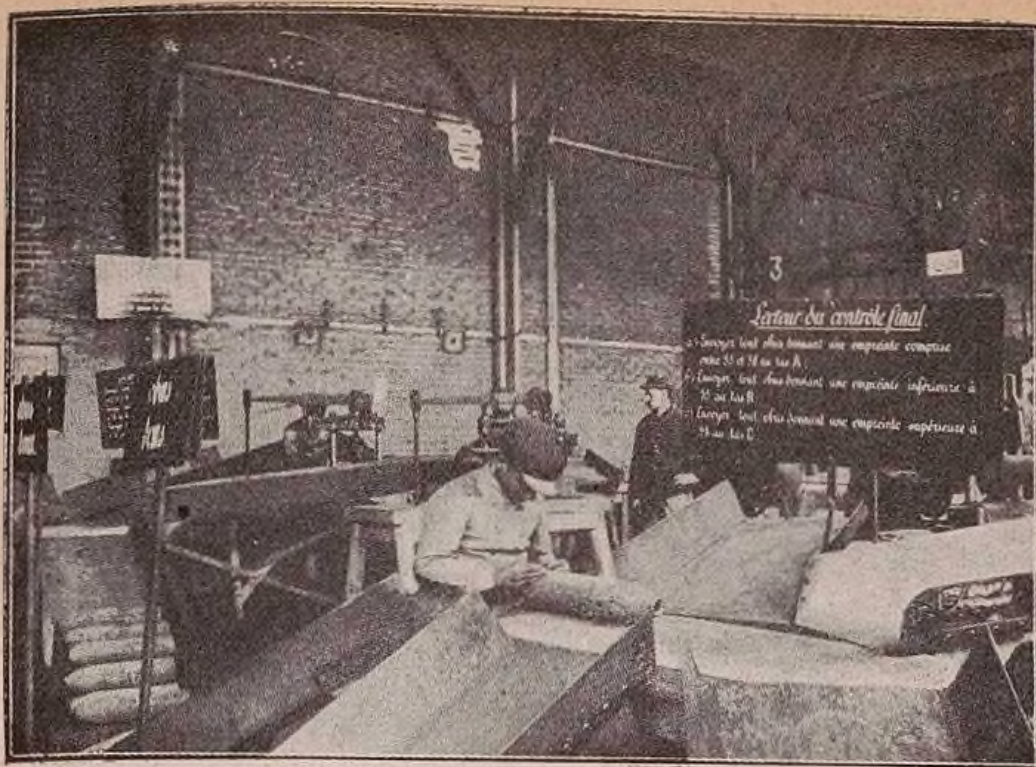


FIG. 7. — ENSEMBLE DU CONTRÔLE A LA BILLE DES OBUS :
LECTURE DE L'EMPREINTE (CHANTIERS DE SAINT-NAZAIRE).

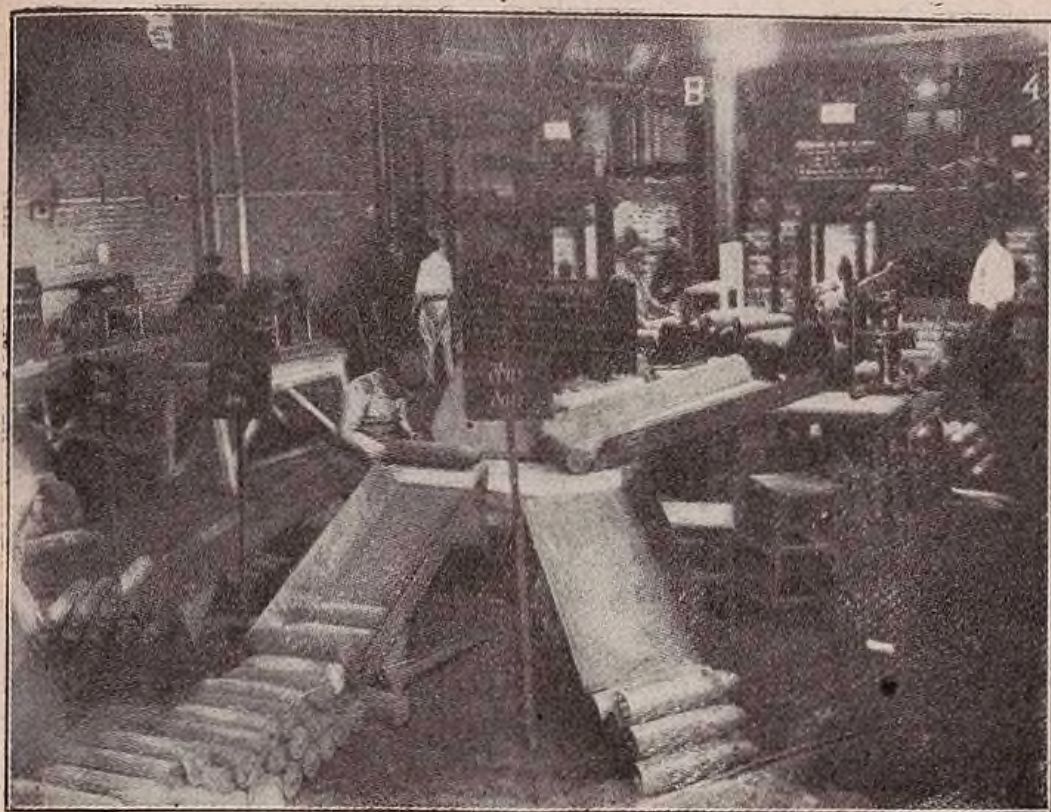
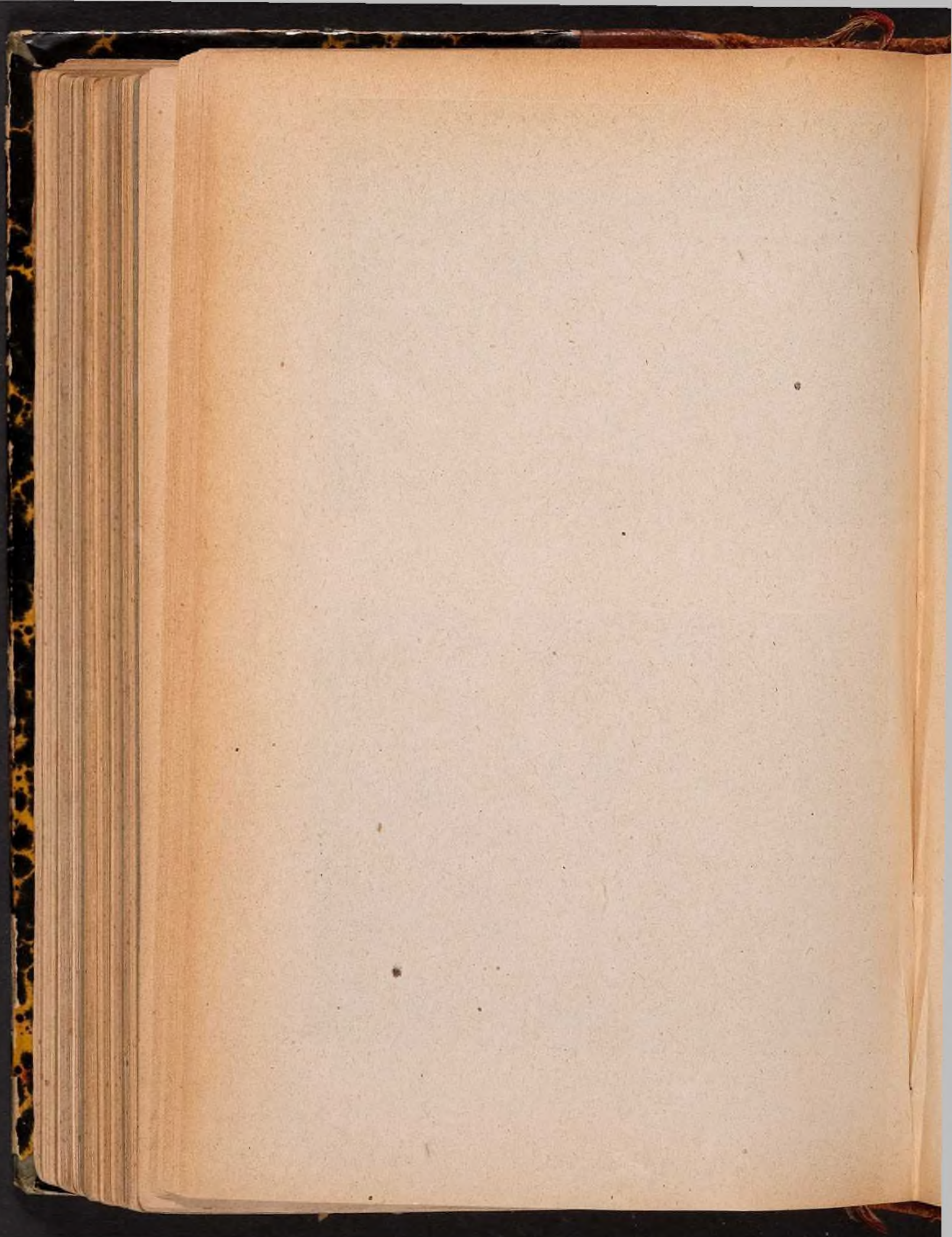


FIG. 8. — ENSEMBLE DU CONTRÔLE A LA BILLE DANS LE TRAITEMENT
THERMIQUE DES OBUS (CHANTIERS DE SAINT-NAZAIRE).



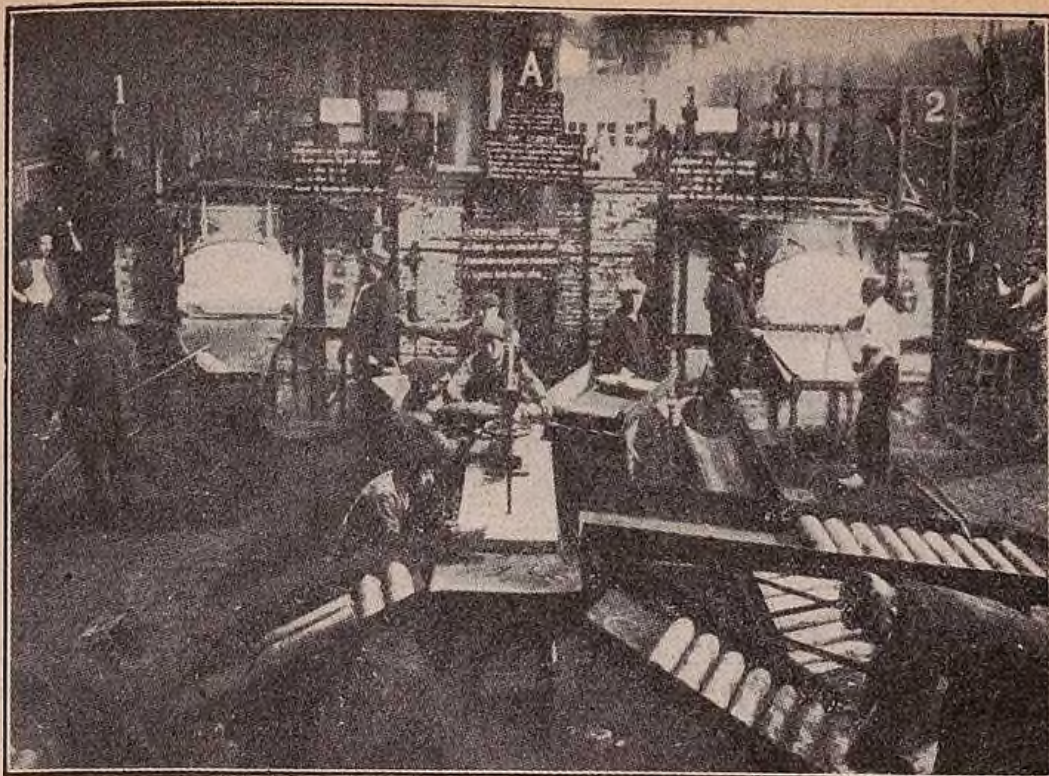


FIG. 9. — AUTRE VUE D'ENSEMBLE DU CONTRÔLE DES OBUS
A LA SORTIE DU RECUIT (CHANTIERS DE SAINT-NAZAIRE).

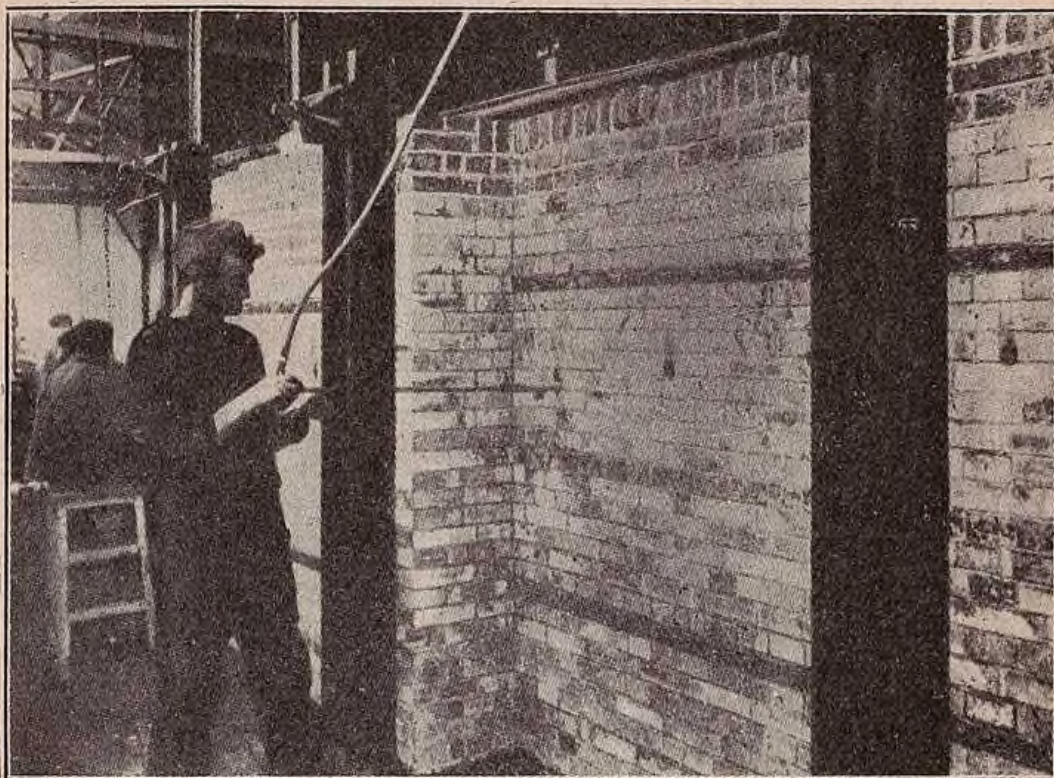
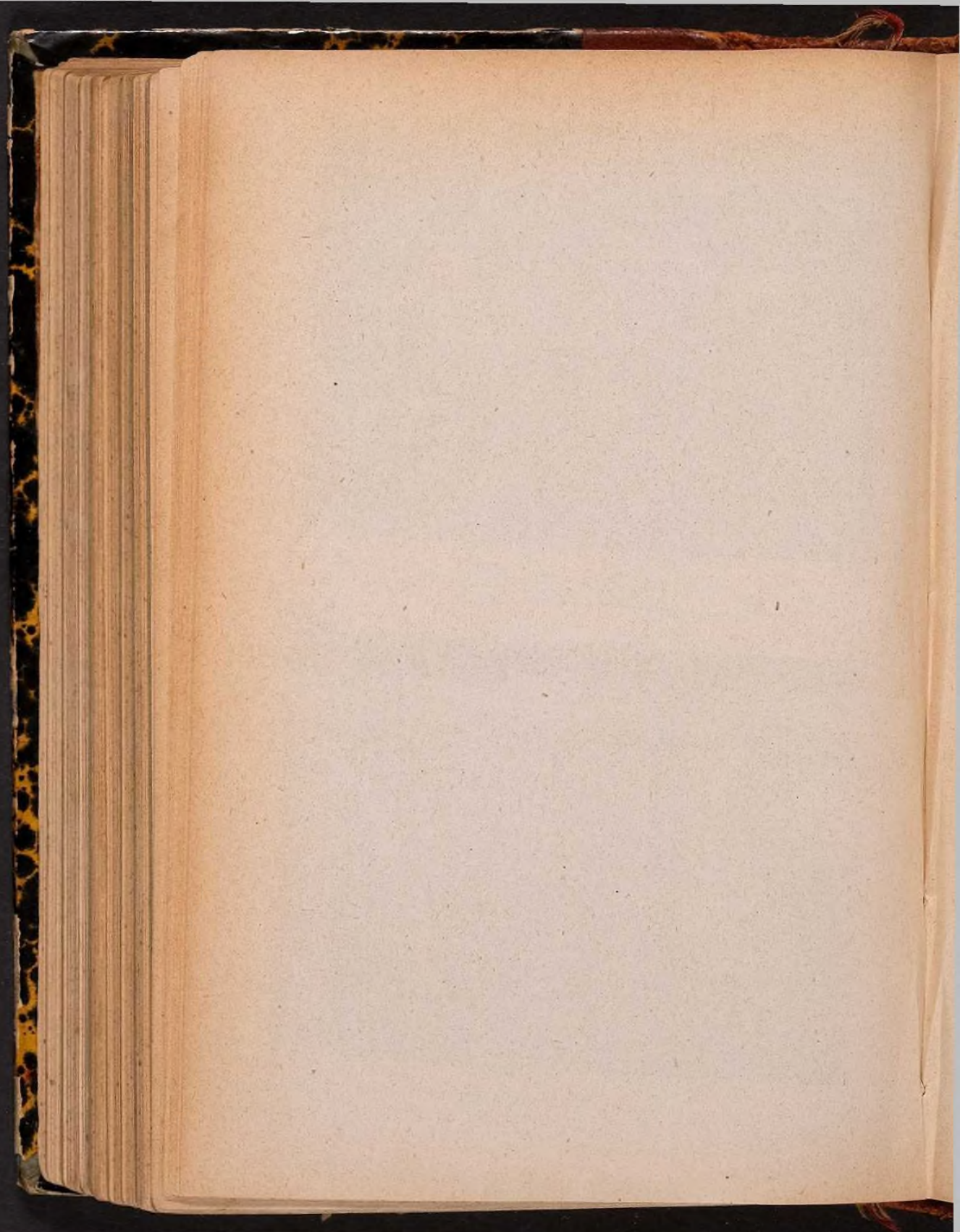


FIG. 10. — PRISE DE TEMPÉRATURES DANS UN FOUR D'OBUS AVEC LA
CANNE PYROMÉTRIQUE LE CHATELIER (CHANTIERS DE SAINT-NAZAIRE).

Bib
CNAM



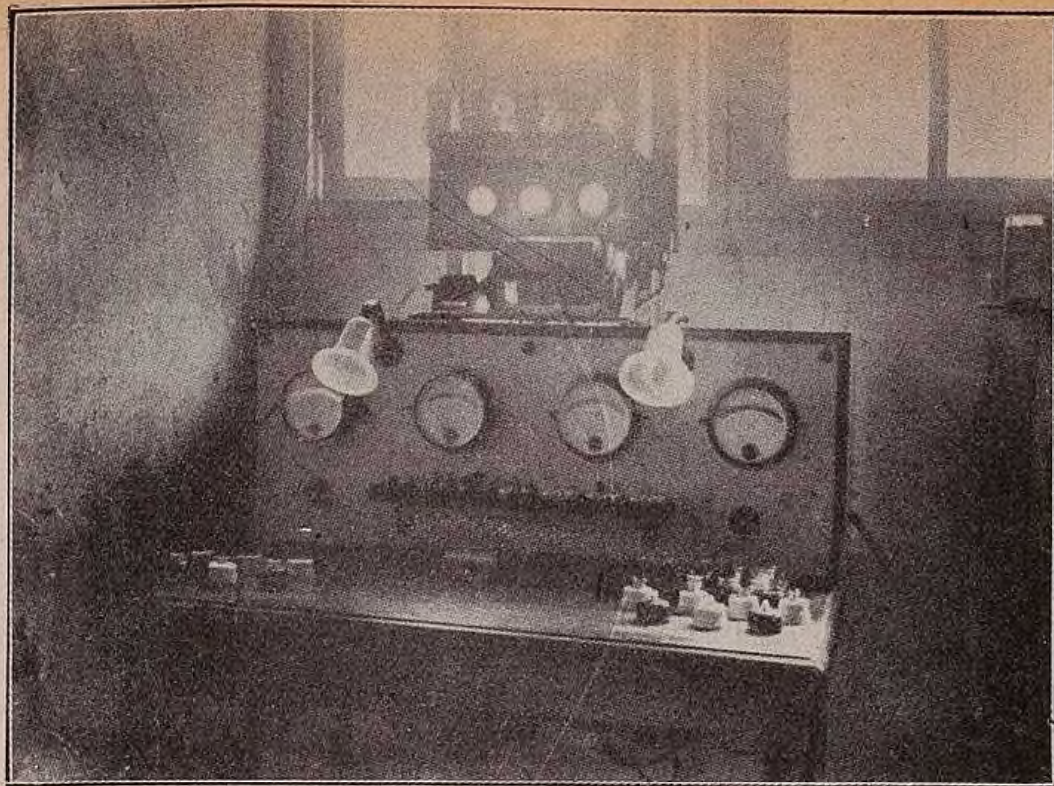
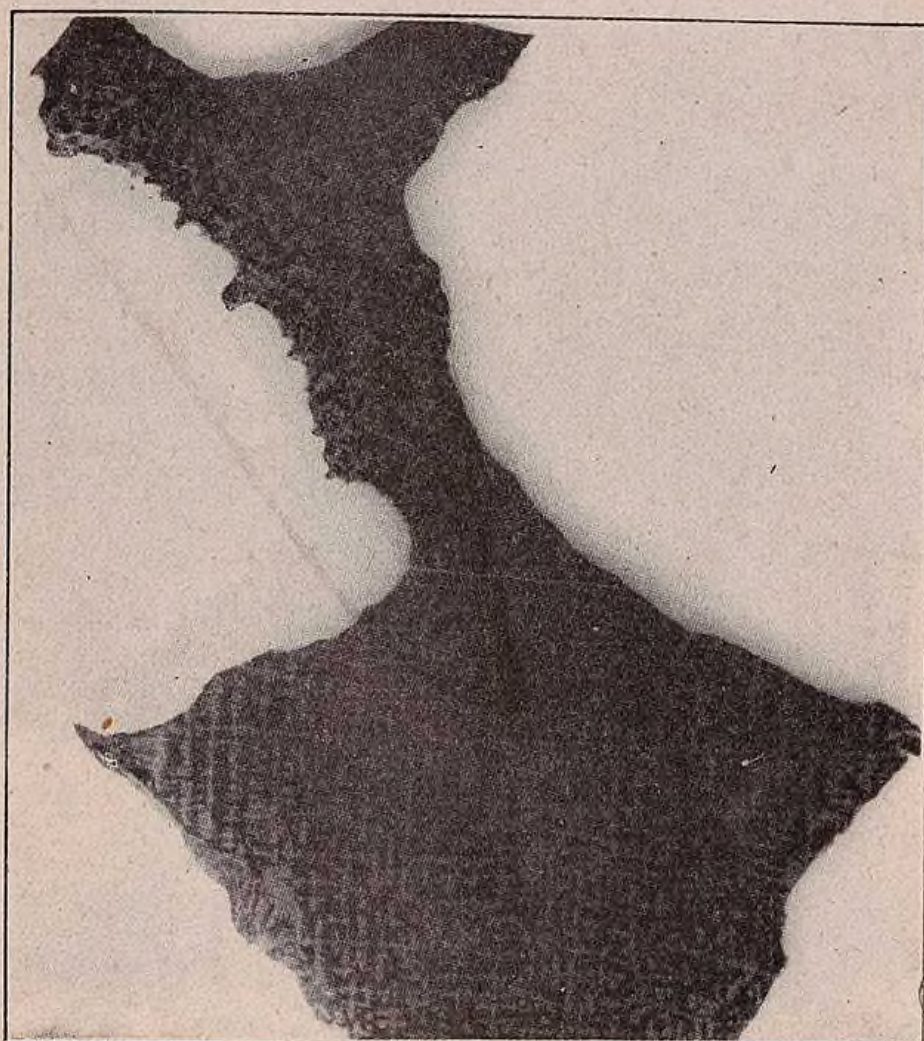


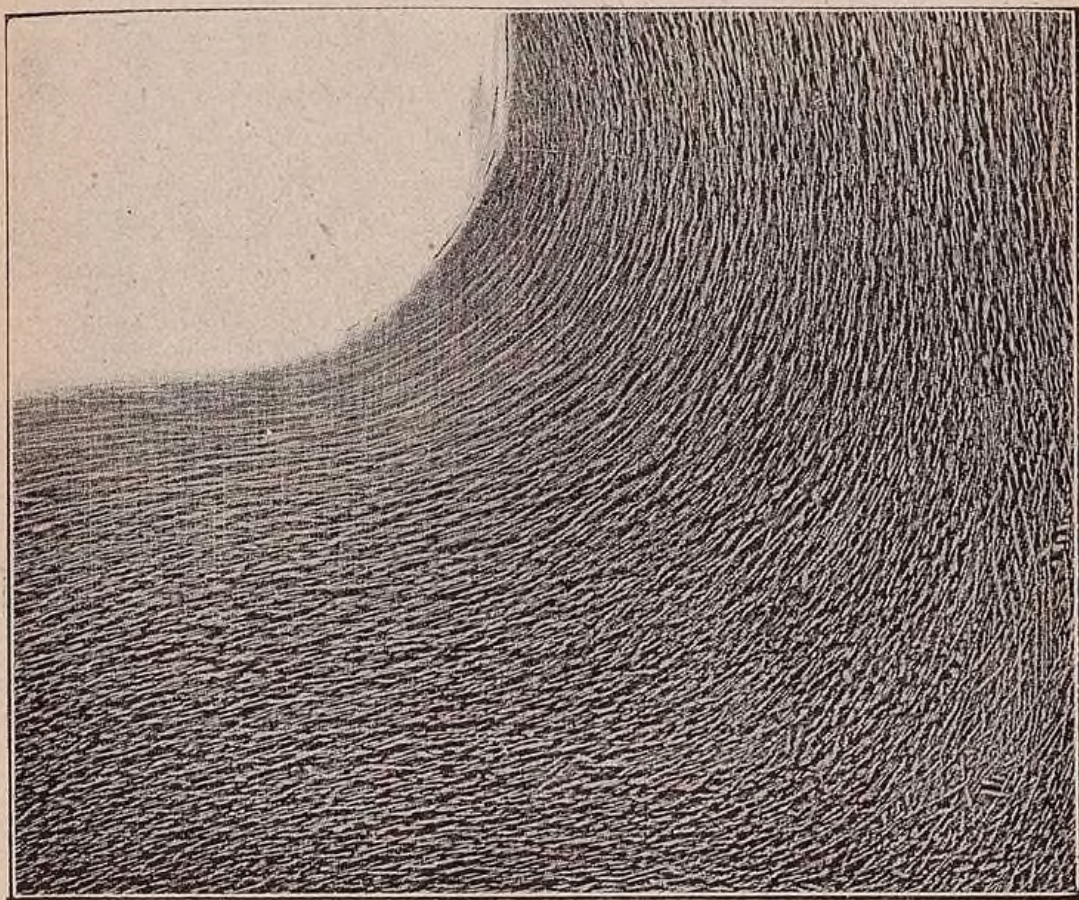
FIG. 11. — POSTE CENTRAL DE GALVANOMÈTRES POUR LA CONDUITE DES
FOURS DE TRAITEMENTS THERMIQUES D'OBUS (CHANTIERS DE SAINT-NAZAIRE).



Bb
CNAM

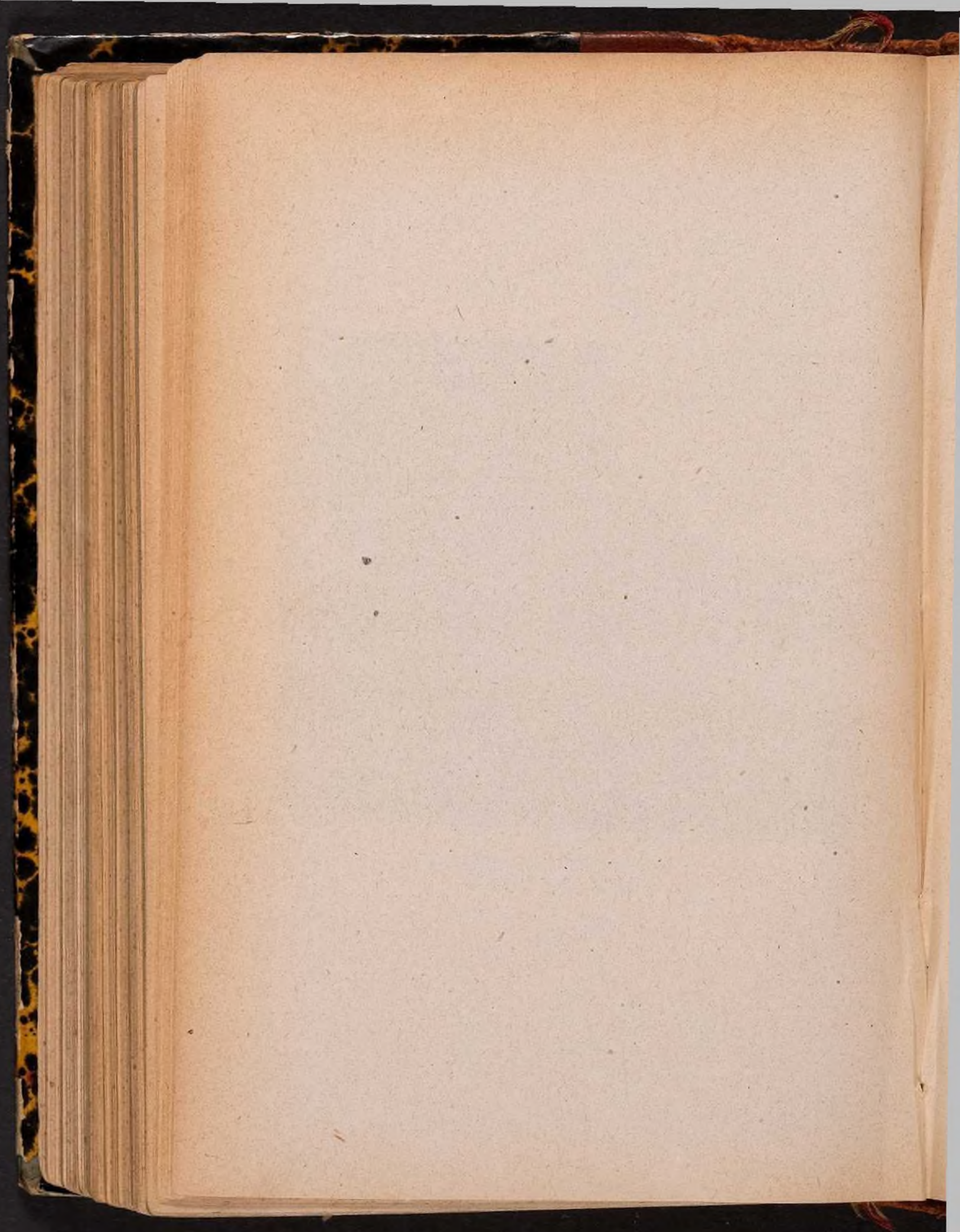
FIG. 12. — MACROGRAPHIES MONTRANT LES DENDRITES D'UN MÉTAL COULÉ.

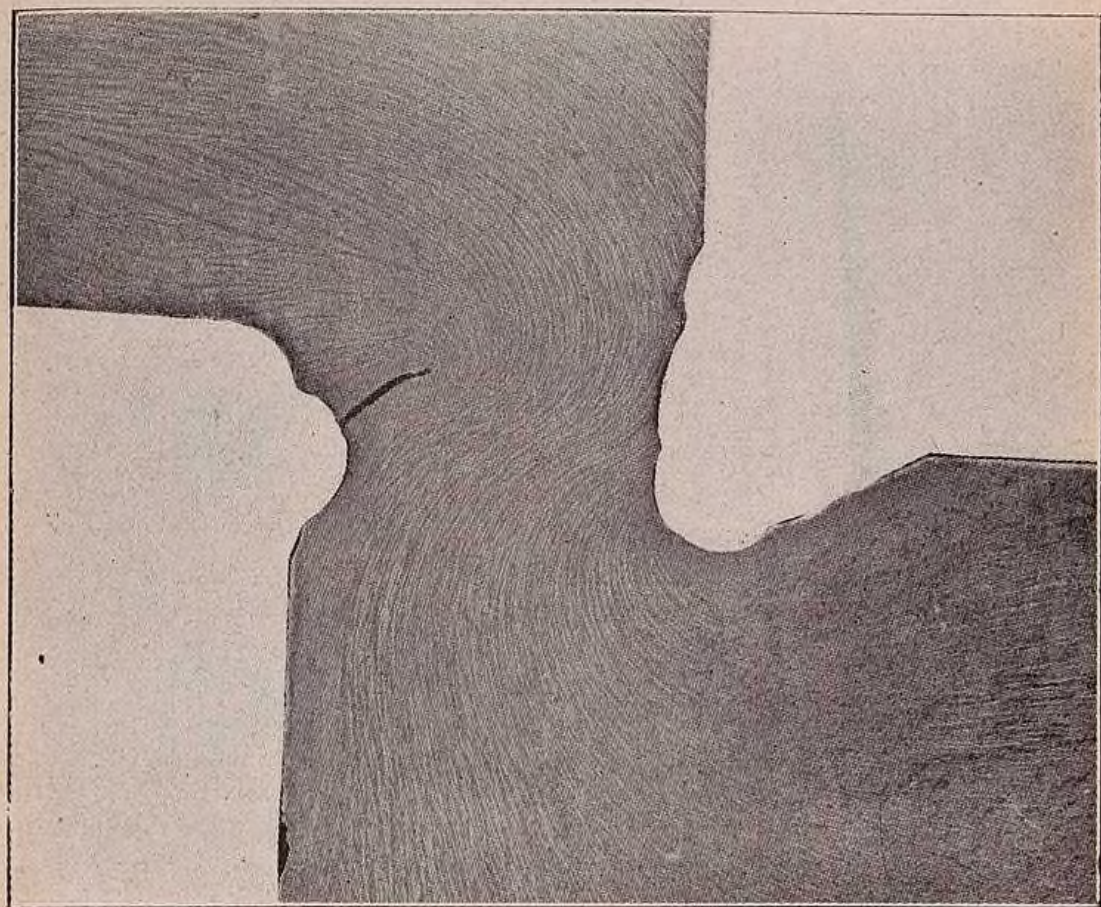




Pb
CNAM

FIG. 13. — COUDE D'ARBRE FORGÉ. EXAMEN MACROGRAPHIQUE, APRÈS
'ATTAQUE STEAD-LE CHATELIER.





BIB
CNAM

FIG. 14. — MACROGRAPHIE D'UN ARBRE COUDÉ MONTRANT LES FIBRES
(ATTAQUE STEAD-LE CHATELIER).



CORROYAGE : 6,1.



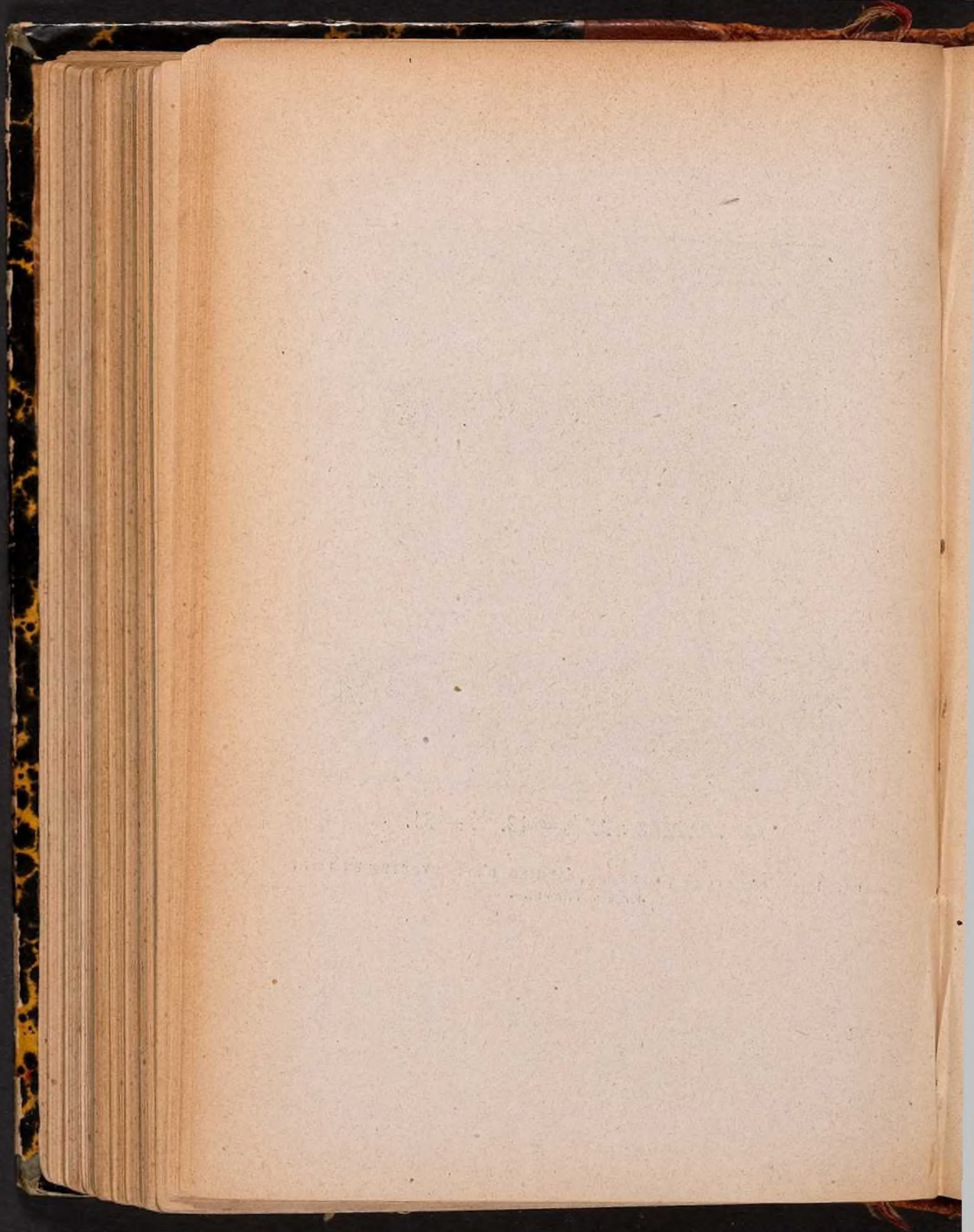
EN LONG : $A\% = 20$: $\Sigma = 170$.



EN TRAVERS : $A\% = 12$. $\Sigma = 31$.

FIG. 15. — EXEMPLES DE MACROGRAPHIES D'ÉPROUVETTES EN LONG
ET EN TRAVERS.

Bib
CNAM



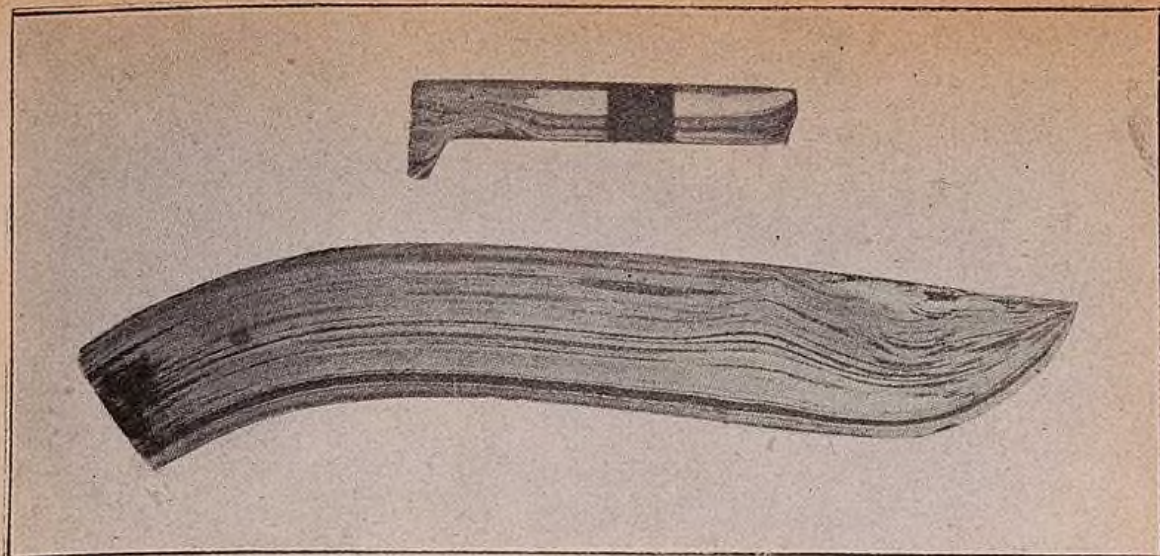
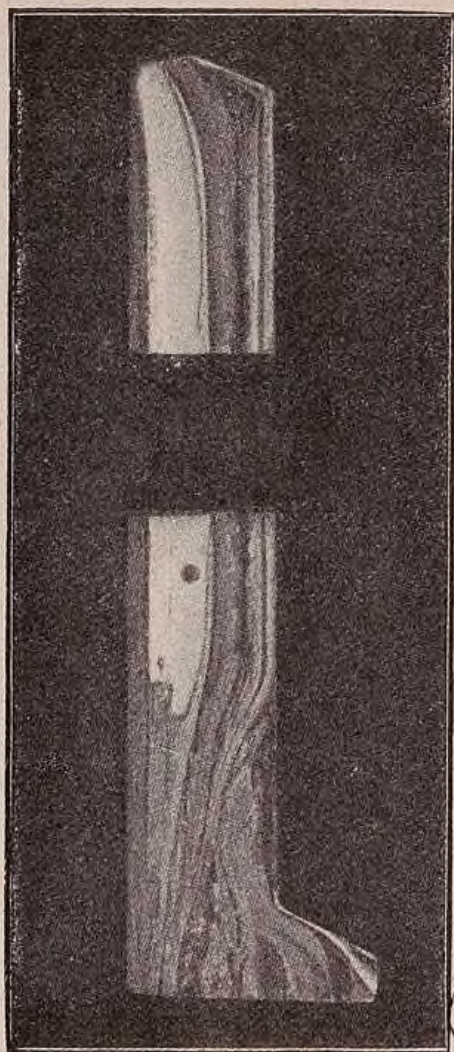
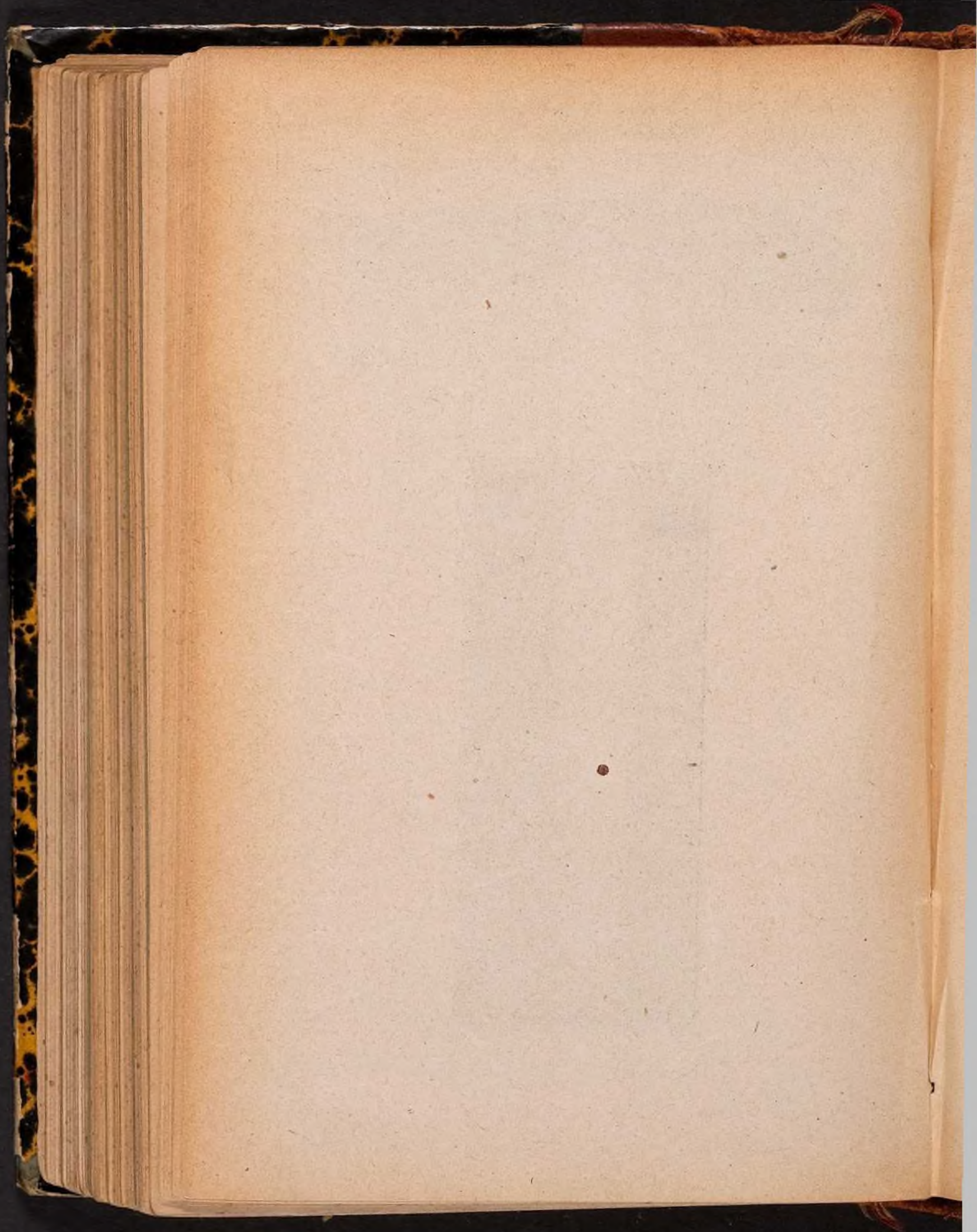


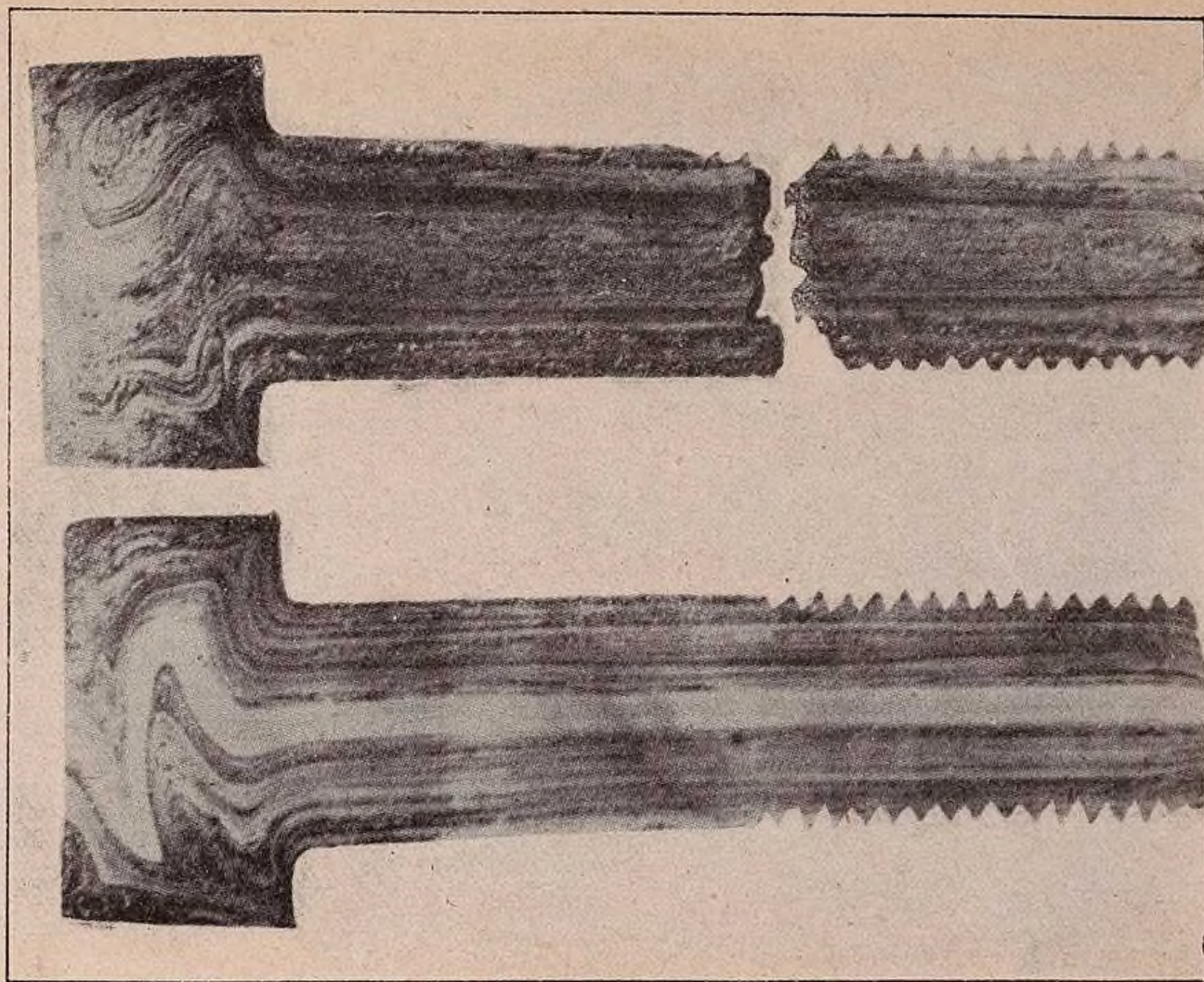
FIG. 16. — MACROGRAPHIE DE PIÈCES MATRICES.
La pièce supérieure coupée.



Bib
CNAM

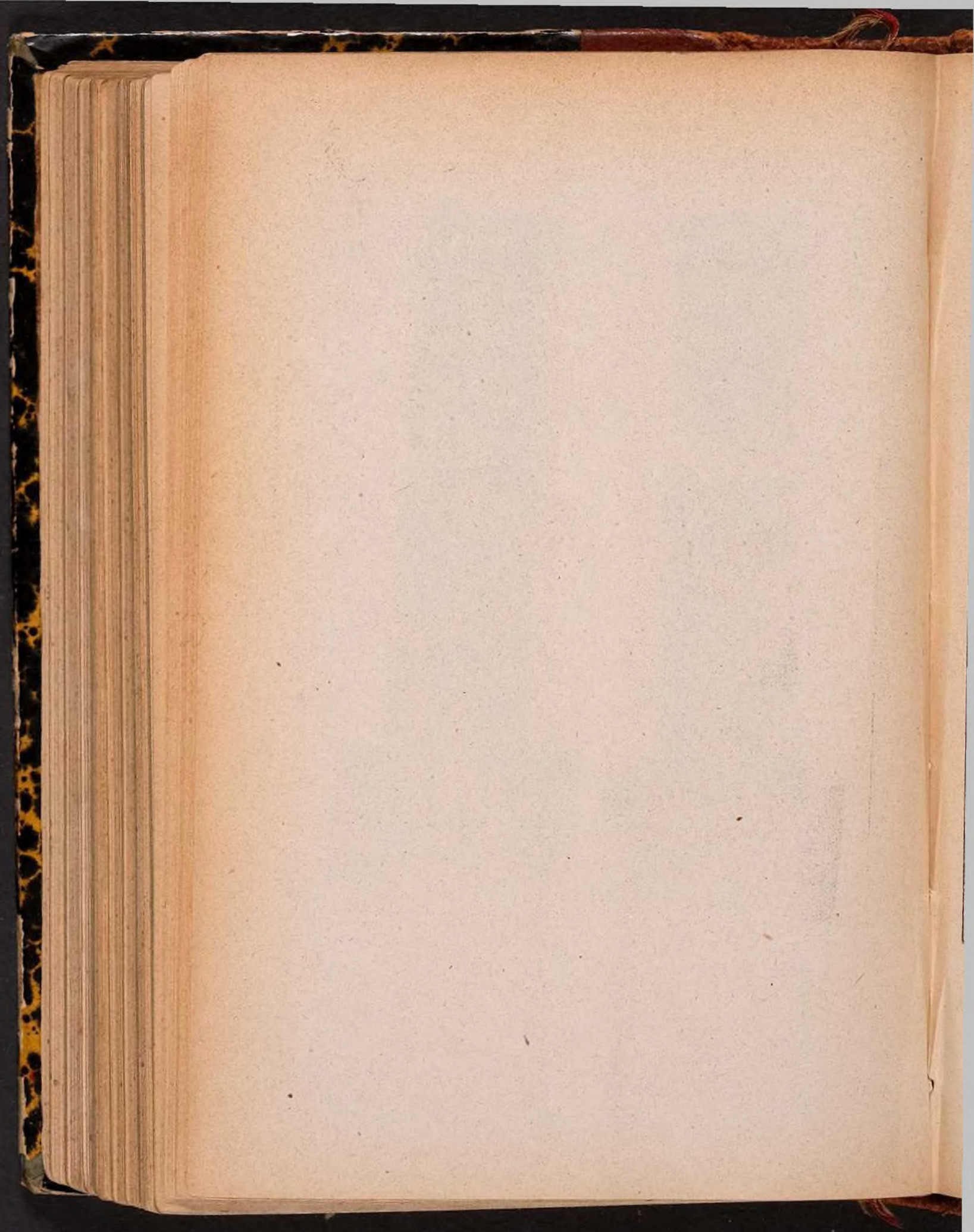
FIG. 16 bis. — MACROGRAPHIE DE PIÈCE MATRICÉE A FIBRE COUPÉE.
Conférence Guillet. II.

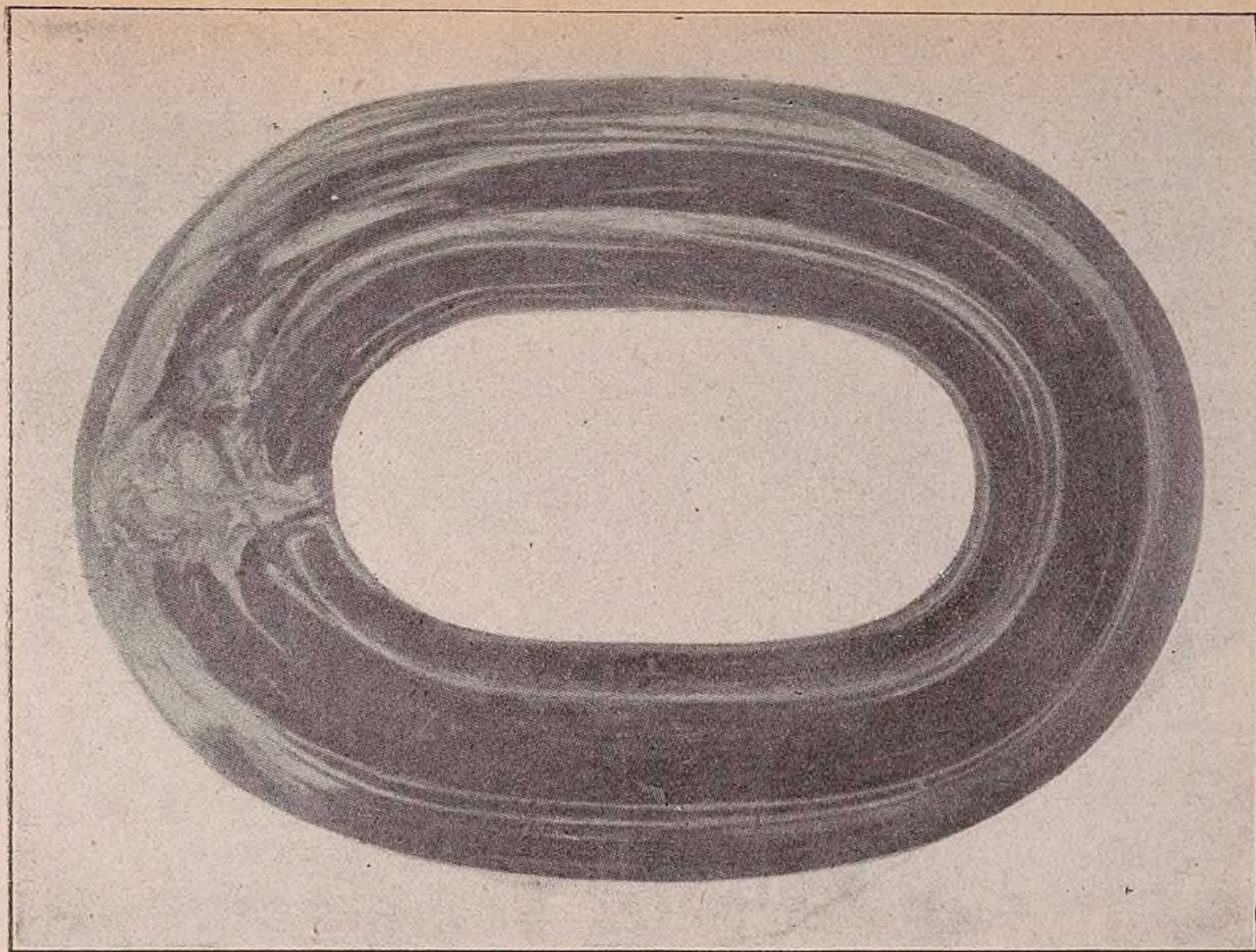




E.5
CNAM

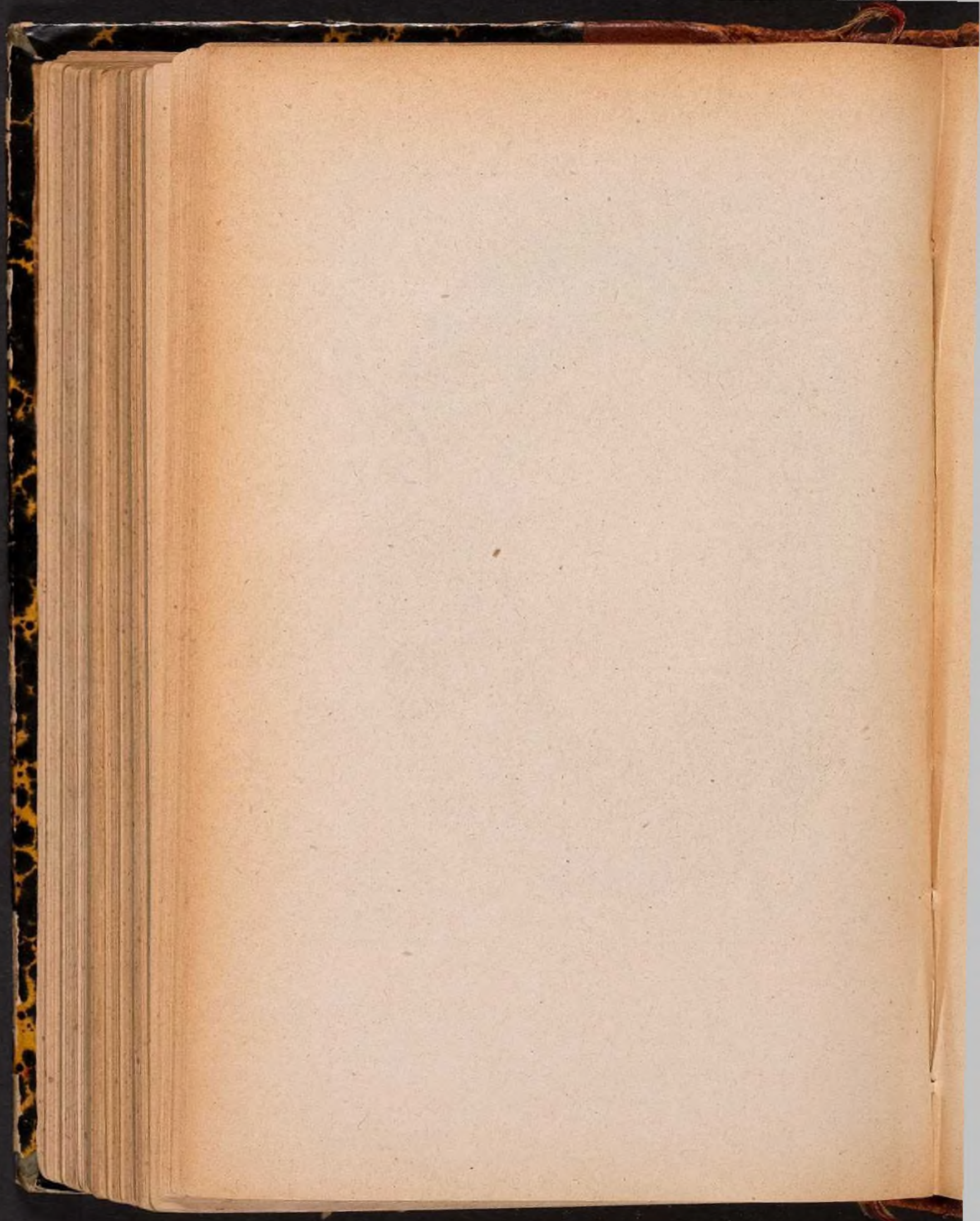
FIG. 17. — MACROGRAPHIES DE BOULONS FORGÉS (NOMBREUSES IMPURETÉS).





Bib
CNAM

FIG. 18. — MACROGRAPHIE D'ANNEAU DE CHAÎNE DE FER SOUDÉ.
(On voit à gauche la soudure.)



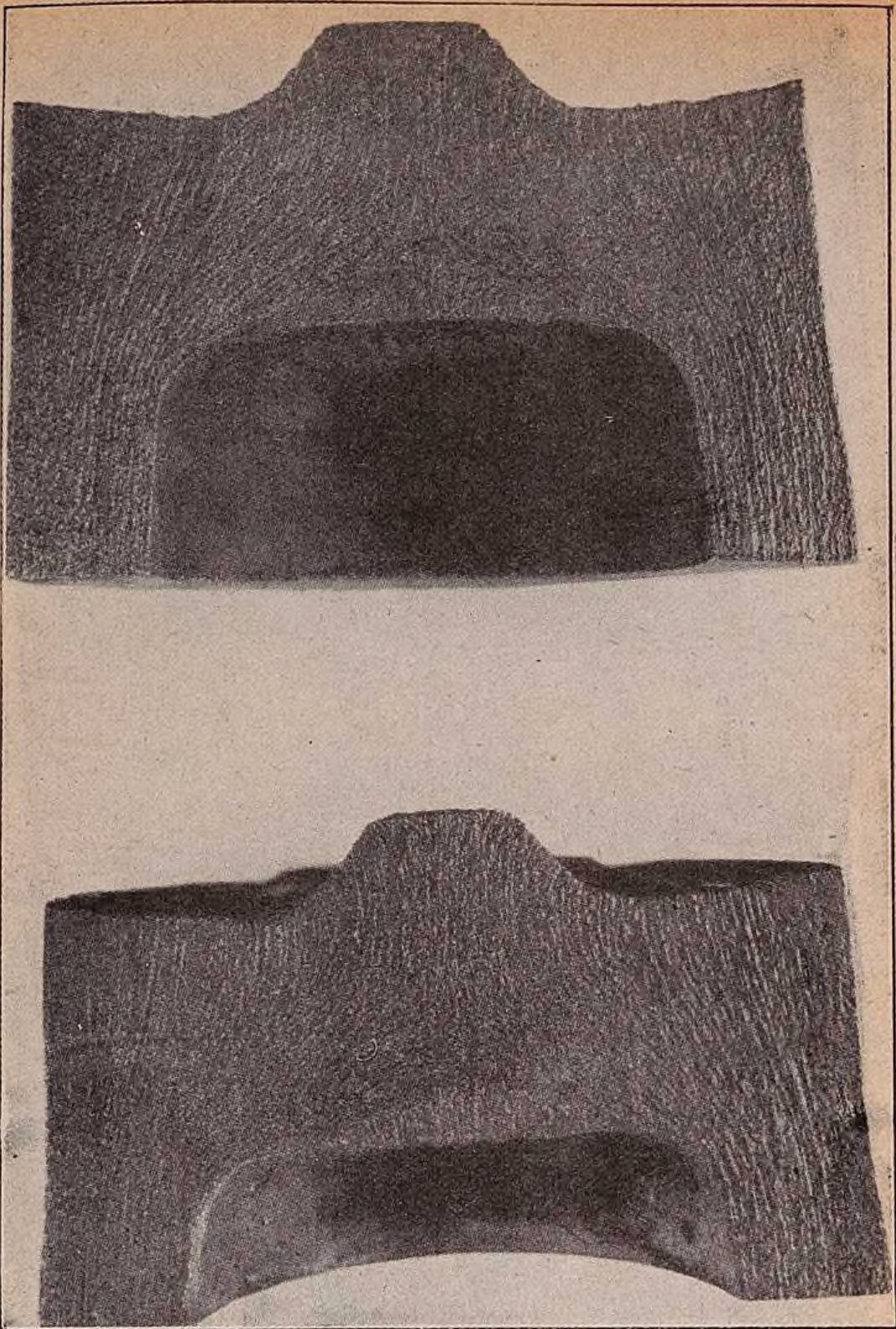
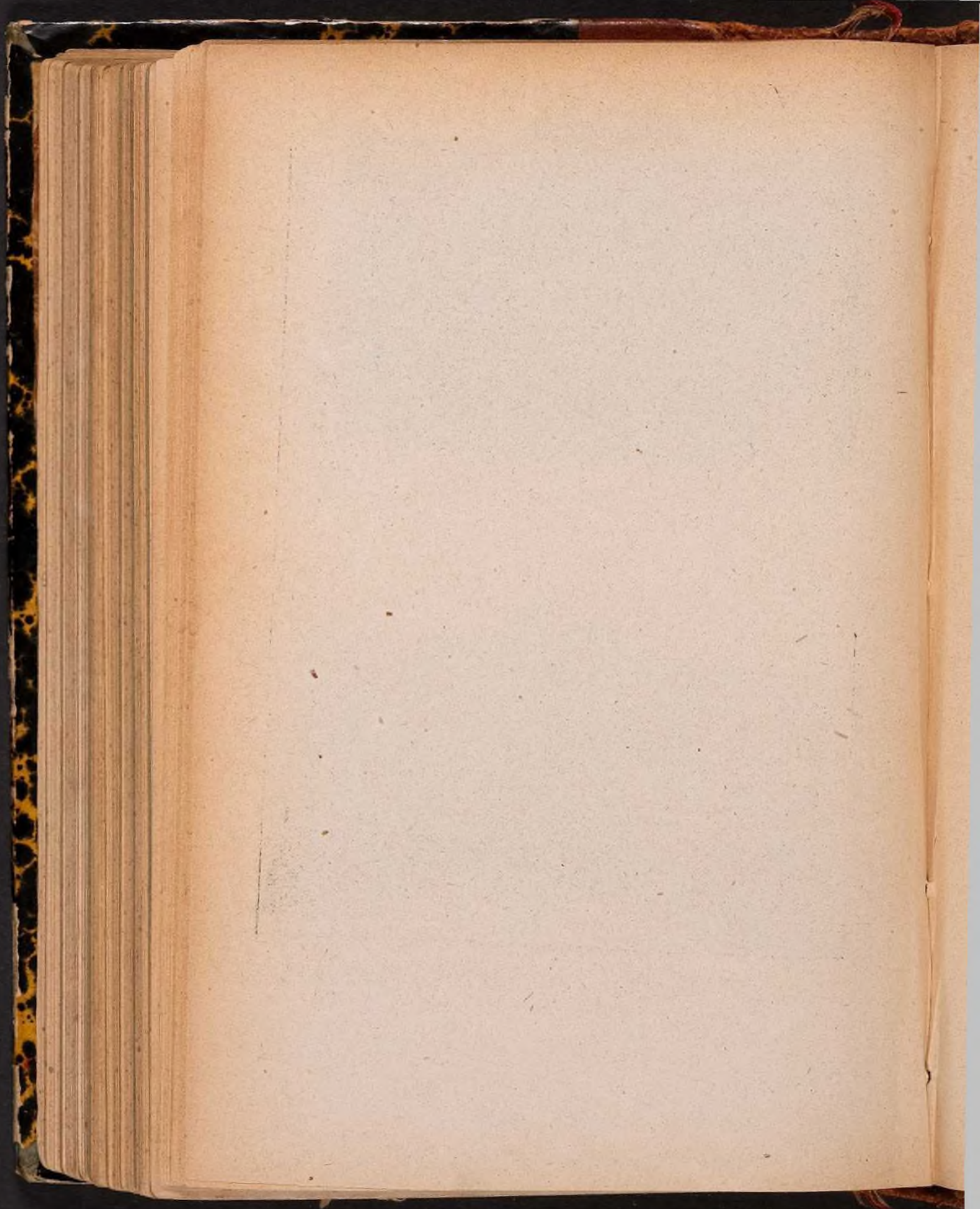
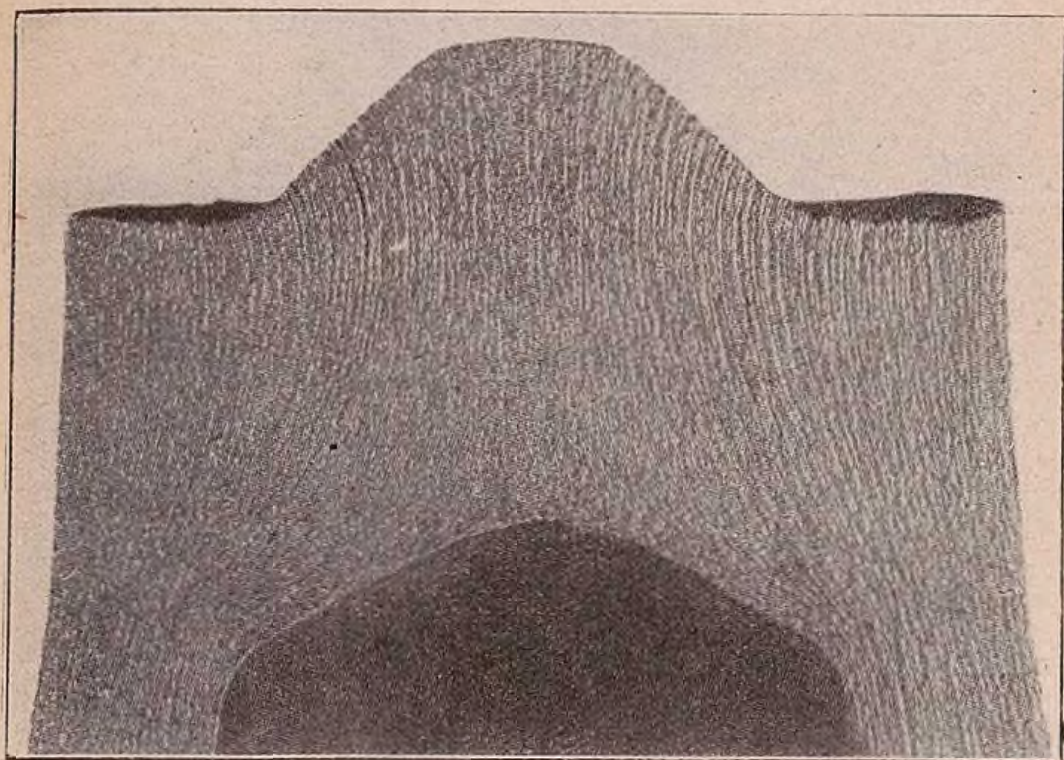
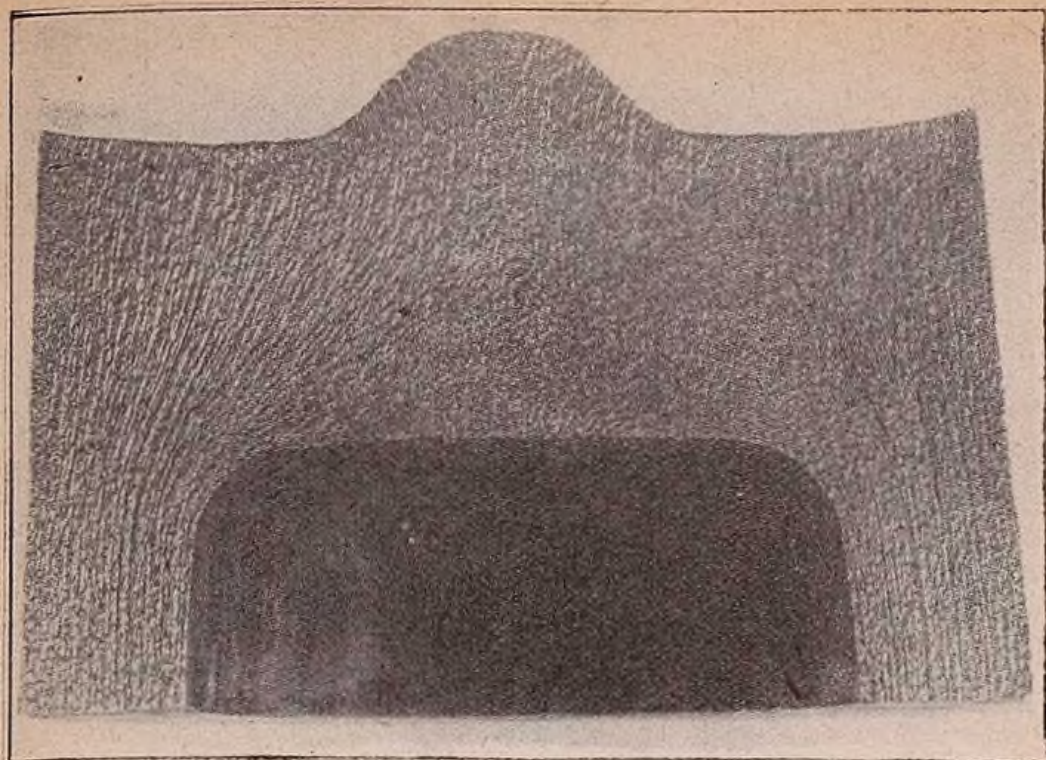


FIG. 19. — MACROGRAPHIES MONTRANT LE PHÉNOMÈNE DE LA
PASTILLE DANS LA FABRICATION DES OBUS.

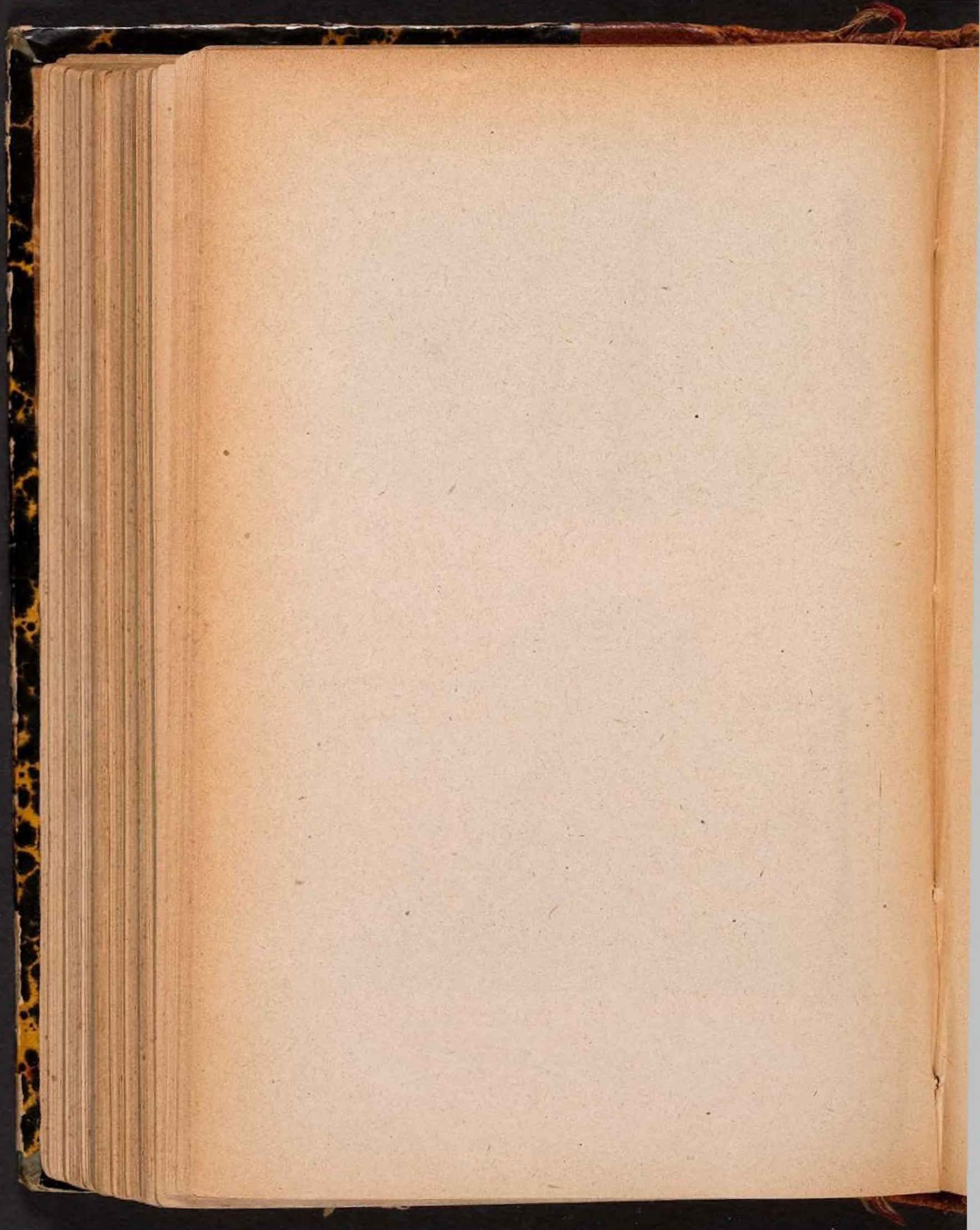
Bib
CNAM



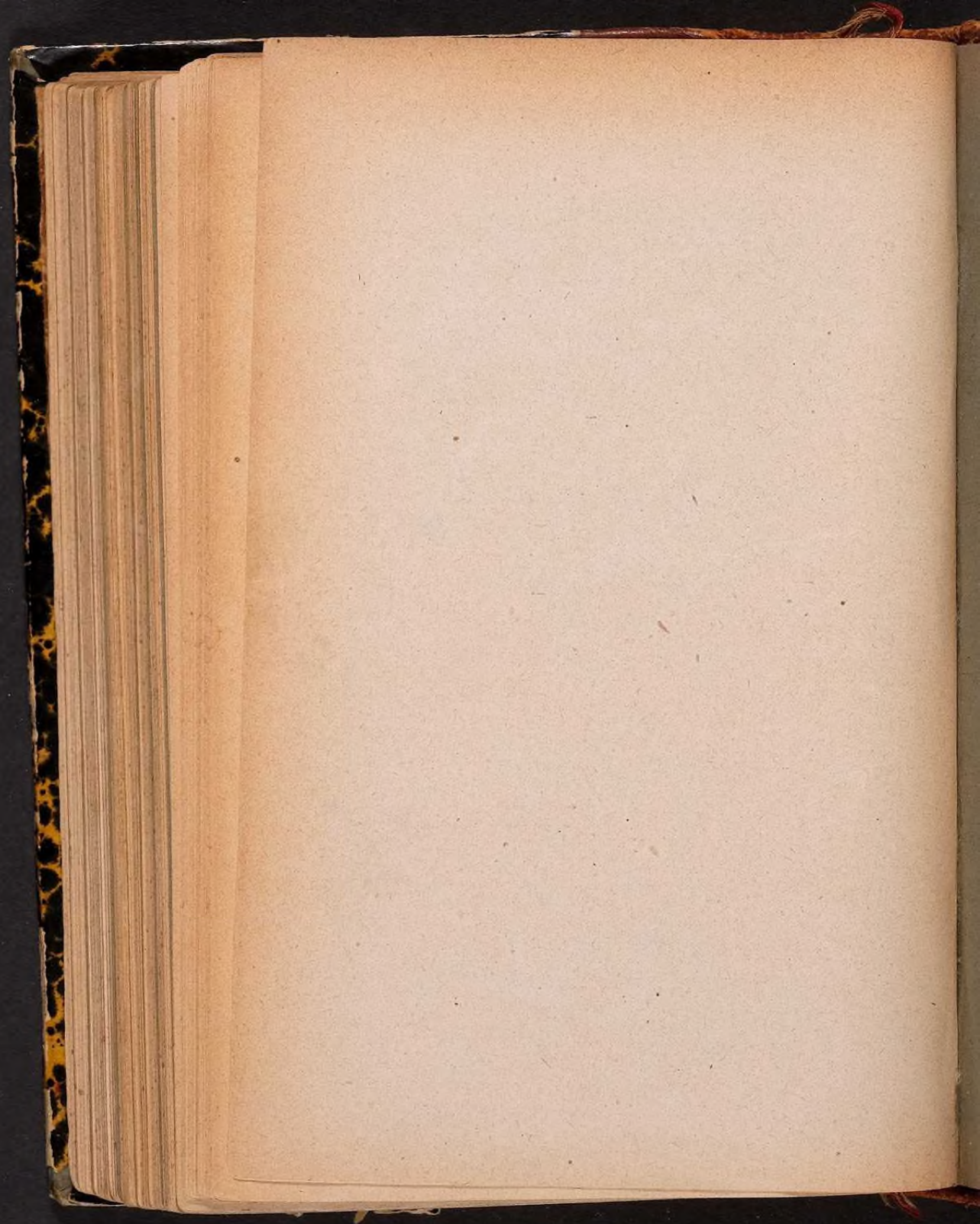


216
CNAM

FIG. 20. — MACROGRAPHIES DE DEUX ÉBAUCHES D'OBUS FABRIQUÉES AVEC DEUX POINÇONS DIFFÉRENTS : *En haut*, PASTILLE AVEC LE POINÇON PLAT ; *en bas*, ÉCOULEMENT RÉGULIER AVEC LE POINÇON POINTU.



452-20. — Coulommiers. Imp. PAUL BRODARD. — 7-20



EN VENTE
A LA LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE
3 bis, rue Thénard, Paris (V°).

LA SCIENCE ET L'INDUSTRIE FRANÇAISES PENDANT LA GUERRE

*Leur rôle dans l'œuvre de renaissance économique
de notre pays*

CONFÉRENCES PUBLIQUES DU DIMANCHE
faites au Conservatoire National des Arts et Métiers
(ANNÉE 1920)

1. — **Les Métallurgies.** — M. LÉON GUILLET, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers et à l'École centrale des Arts et Manufactures. 1 fr. 50
2. — **L'Aviation.** — M. R. SOREAU, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers, Vice-Président de l'Aéro-Club de France. 1 fr. »
3. — **Les recherches scientifiques et industrielles et les Inventions.** — M. MAURAIN, Professeur suppléant au Conservatoire national des Arts et Métiers. 2 fr. »
4. — **L'évolution du matériel d'artillerie.** — M. le Lt-Colonel RIMAILHO. 2 fr. 50
5. — **La fabrication du matériel d'artillerie.** — M. CHARPY, Membre de l'Institut. (en impression). 2 fr. »
6. — **Les Chars d'assaut. — Historique technique. Historique tactique. Vues d'avenir.** — M. le Général ESTIENNE. 2 fr. 50
7. — **Le Service géographique de l'armée pendant la guerre.** — M. le Général BOURGEOIS, Membre de l'Institut, Directeur honoraire du Service géographique de l'armée. 2 fr. 50
8. — **De la fabrication des poudres et explosifs.** — M. LHEURE, Ancien Directeur du Service des poudres. 2 fr. »
9. — **Les radio-éléments et leurs applications.** — M^{me} CURIE, Professeur à la Sorbonne. 1 fr. 50
10. — **La chimie de guerre. Les gaz de combat.** — M. MOUREU, Membre de l'Institut, Professeur au Collège de France. 1 fr. 50
11. — **Le rôle du laboratoire d'usine.** — M. LÉON GUILLET, Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers et à l'École Centrale des Arts et Manufactures. 2 fr. 50
12. — **Les industries chimiques.** — M. FLEURENT, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers. 1 fr. 50

Chaque conférence est éditée séparément en brochure format in-8 couronne (11,5×18).

S'adresser à la Librairie de l'Enseignement technique, 3 bis, rue Thénard, Paris, 5^e, qui en fera l'envoi sur demande accompagnée du montant.

ENCYCLOPÉDIE INDUSTRIELLE ET COMMERCIALE

Fondateur : M. LÉON EYROLLES, O. N. I.

Ingénieur, Directeur de l'École spéciale des Travaux publics, du Bâtiment et de l'Industrie

En vente à la Librairie de l'Enseignement technique, 3 bis, rue Thénard, Paris (5^e).

ORGANISATION ADMINISTRATIVE ET INDUSTRIELLE

- Cours de Commerce industriel, par HOURS. 2 vol. 20 fr.
Cours de Comptabilité commerciale appliquée aux entreprises, par JAYOT. 15 fr.
L'Industrie des Travaux publics, par DUFOUR. 3 fr. 50
Cours d'Organisation générale d'une entreprise de Travaux publics, par FOU-LAIN. 15 fr.
Cours de finance et Comptabilité dans l'Industrie, par JULHET. 30 fr.
Les Entreprises industrielles, fondation et direction, par André LIESSE. 3 fr. 50
Cours de Droit commercial et Introduction à la pratique des affaires, par MASSÉ. 19 fr. 50
Le chèque postal, par Félix POUDON. 10 fr.
Clauses et conditions générales imposées aux entrepreneurs, par GEORGIN. 12 fr. 50

BÉTON ARMÉ

- par le Lieutenant-Colonel ESPITALIER.
Précis pour le calcul des ouvrages en béton armé. 8 fr.
Cours de Béton armé. *Livre I*: Procédés généraux de construction. 18 fr.
Livre II: Applications. 22 fr.

BÂTIMENTS.

ÉTABLISSEMENTS INDUSTRIELS

- Construction et Installation des Bâti-ments agricoles, par le Lieutenant-Colonel ESPITALIER et PRÉVOT. 20 fr.
Construction des Usines et Établissements industriels, par le Lieutenant-Colonel ESPITALIER. 25 fr.

MÉCANIQUE ET MACHINES

AUTOMOBILE. AVIATION

- Cours de Résistance des matériaux appliquée aux machines, par Georges BAYLE. 30 fr.
Cours de Moteurs à gaz, par LACON. 3 vol. 30 fr.
Cours d'Aviation. Appareils d'aviation et propulseurs, par le Lieutenant-Colonel ESPITALIER. 10 fr.
Les Moteurs d'aéronautique, par MARCOTTE (en impression).
Cours d'Automobiles, par RIDET. *Livre I*: Moteurs. 20 fr. *Livre II*: Voitures. 20 fr.

ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE

- Installations à haute tension, par PA-RAFF. 25 fr.
Construction de Machines électriques, par CASTANIER. 2 vol. et 1 atlas. 40 fr.
Cours de traction électrique : *Livre I*: Systèmes de traction. Matériel roulant. Moteurs. Equipements, par René MARTIN. 65 fr.
Livre II: Voie électrique et *Livre III*: Mouvements des trains sur les voies ferrées, par JANIN (en réimpression).

- Cours de Mesures électriques, par Eug. VIGNERON. *Livre I*: Essais de labora-toires. 25 fr.
Livre II: Essais de Machines (en impres-sion).

- Cours d'éclairage élect., par RUAT. 8 fr.

MÉTALLURGIE.

CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES

- Cours de métallurgie, par le Général GAGES. *Livre I*: La Fonte. *Livre II*: Elaboration des fers et des aciers. *Livre III*: Travail du fer et de l'acier. *Livre IV*: Essais mécaniques des fers et des aciers. *Livre V*: Métallurgie des alliages métalliques et des métaux autres que le fer. Les 5 vol. 100 fr.
Standardisation, par le G^{ral} GAGES. 25 fr.
HYDRAULIQUE ET FORCES HYDRAULIQUES
Barrages, par BONNET. 30 fr. — Epura-tion des eaux et assainissement, par DIENERT. 20 fr. — Moteurs hydrauliques, par MILANDRE. 20 fr. — Aména-gement des Cours d'eau en vue de la production de l'énergie électrique, par LÉVY SALVADOR. 22 fr. 50
Formation, entretien et aménagement des cours d'eau, par le même. 15 fr.

TRAVAUX MARITIMES

- Cours de Travaux maritimes, par BÉNÉZET. 3 vol. 60 fr.

CHEMINS DE FER

- Chemins de fer à crémaillère, funiculaires et transports aériens, par LÉVY LAM-BERT. 8 fr.
Notice sur les enclenchements, par M. R. ALLEGRET. 5 fr.

DROIT. LÉGISLATION

- Législation du travail et prévoyance sociale, par MASSÉ et BOVIER-LA-PIERRE. 20 fr.
Législation du travail et notion de légis-lation ouvrière et industrielle, par BER-THIOT. 35 fr.
Notions élémentaires de Droit civil, par Ch. GEORGIN. 25 fr.

DIVERS

- Cours de Meunerie, par MILANDRE. 12 fr.
Cours de Travaux publics aux Colonies, par HARDEL. 6 fr.
Les Murs de soutènement, par Ch. Au-bry. 10 fr.
Règlement du 8 janvier 1915, du Ministère des Travaux publics, pour le Calcul et les épreuves des ponts métalliques, par MATHIEU. 3 fr.
Vocabulaire technique français-allemand, par DEMOLLIENS. 4 fr. 50
Pour devenir Ingénieur, par le Lieute-nant-Colonel ESPITALIER. 3 fr.
Évolution des Industries qui transforment les produits agricoles, par L. LIN-DET. 3 fr. 50
Formulaire mathématique et tech-nique. 3 fr. 50

Majoration temporaire de 20% sur les prix marqués. — Pour plus de détails, consulter le catalogue général envoyé franco sur demande.