

## 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 - 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 REVUE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Auteur(s)	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Titre	Bulletin du Laboratoire d'essais mécaniques, physiques, chimiques et de machines du Conservatoire National des Arts et Métiers
Adresse	Paris : Librairie Polytechnique Ch. Béranger, éditeur, 1903-1931
Nombre de volumes	23
Cote	CNAM-BIB P 1329-A
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) Génie industriel -- 20e siècle
Notice complète	<a href="https://www.sudoc.fr/039047083">https://www.sudoc.fr/039047083</a>
Permalien	<a href="https://cnum.cnam.fr/redir?P1329-A">https://cnum.cnam.fr/redir?P1329-A</a>
LISTE DES VOLUMES	
	<a href="#">N° 1 - Tome I (1903-1904)</a>
	<a href="#">N° 2 - Tome I (1903-1904)</a>
	<a href="#">N° 3 - Tome I (1903-1904)</a>
	<a href="#">N° 4 - Tome I (1903-1904)</a>
	<a href="#">N° 5 - Tome I (1903-1904)</a>
	<a href="#">N° 6 - Tome I (1905-1906)</a>
	<a href="#">N° 7 - Tome I (1905-1906)</a>
	<a href="#">N° 8 (1906)</a>
	<a href="#">N° 9 (1906)</a>
	<a href="#">N° 10 (1907)</a>
VOLUME TÉLÉCHARGÉ	<a href="#">N° 11 (1907)</a>
	<a href="#">N° 12 (1907)</a>
	<a href="#">N°13 (1908)</a>
	<a href="#">N°14 (1908)</a>
	<a href="#">N°15 (1908)</a>
	<a href="#">N°16 (1911)</a>
	<a href="#">N°17 (1917)</a>
	<a href="#">N°18 (1919)</a>
	<a href="#">N°19 (1919)</a>
	<a href="#">N° 20 (1922)</a>
	<a href="#">N° 21 (1924)</a>
	<a href="#">N°22 (1927)</a>
	<a href="#">N°23 (1931)</a>

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Auteur(s) volume	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Titre	Bulletin du Laboratoire d'essais mécaniques, physiques, chimiques et de machines du Conservatoire National des Arts et Métiers
Volume	<a href="#">N° 11 (1907)</a>
Adresse	Paris : Librairie Polytechnique Ch. Béranger, éditeur, 1907
Collation	1 vol. (25 p.) : graphiques ; 25 cm
Nombre de vues	32
Cote	CNAM-BIB P 1329-A (11)
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) Génie industriel -- 20e siècle
Thématique(s)	Histoire du Cnam
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/04/2025
Date de génération du PDF	10/04/2025
Notice complète	<a href="https://www.sudoc.fr/039047083">https://www.sudoc.fr/039047083</a>
Permalien	<a href="https://cnum.cnam.fr/redir?P1329-A.11">https://cnum.cnam.fr/redir?P1329-A.11</a>

80/107 (194)

P1329-H

BULLETIN  
DU  
LABORATOIRE D'ESSAIS  
MÉCANIQUES, PHYSIQUES, CHIMIQUES ET DE MACHINES  
DU  
CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

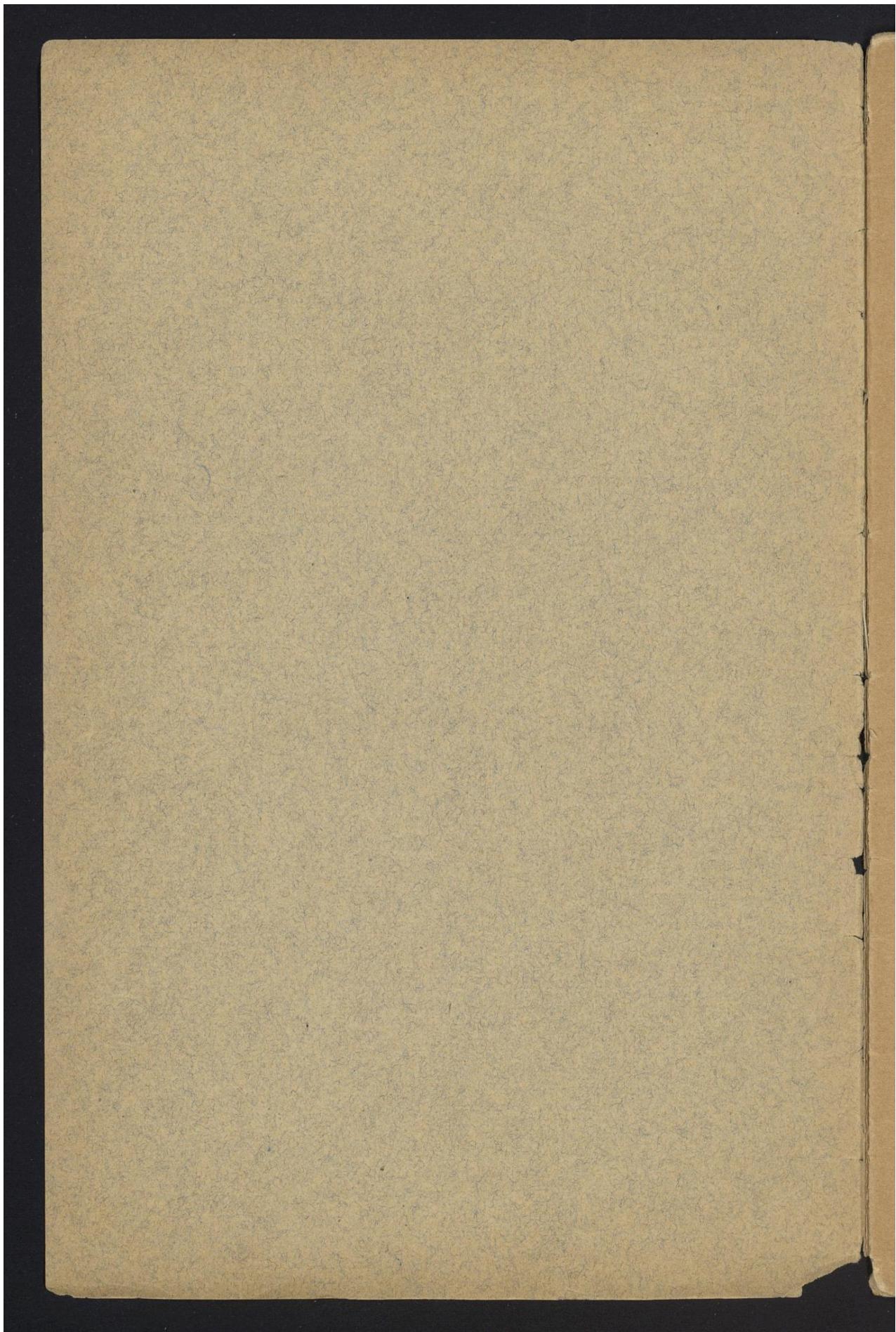
N° 11

ESSAIS  
SUR LE PLATRE  
PAR  
E. LEDUC  
Chef de la Section des Matériaux de Construction  
au Laboratoire d'Essais du Conservatoire des Arts et Métiers,  
et Maurice PELLET  
Ingénieur-Agronome

PARIS  
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE CH. BÉRANGER, ÉDITEUR  
Successeur de BAUDRY & Cie  
15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15  
MÊME MAISON A LIÈGE, 21, RUE DE LA RÉGENCE

1907

Tous droits réservés



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

8° Kue lot (107)

# ESSAIS SUR LE PLATRE

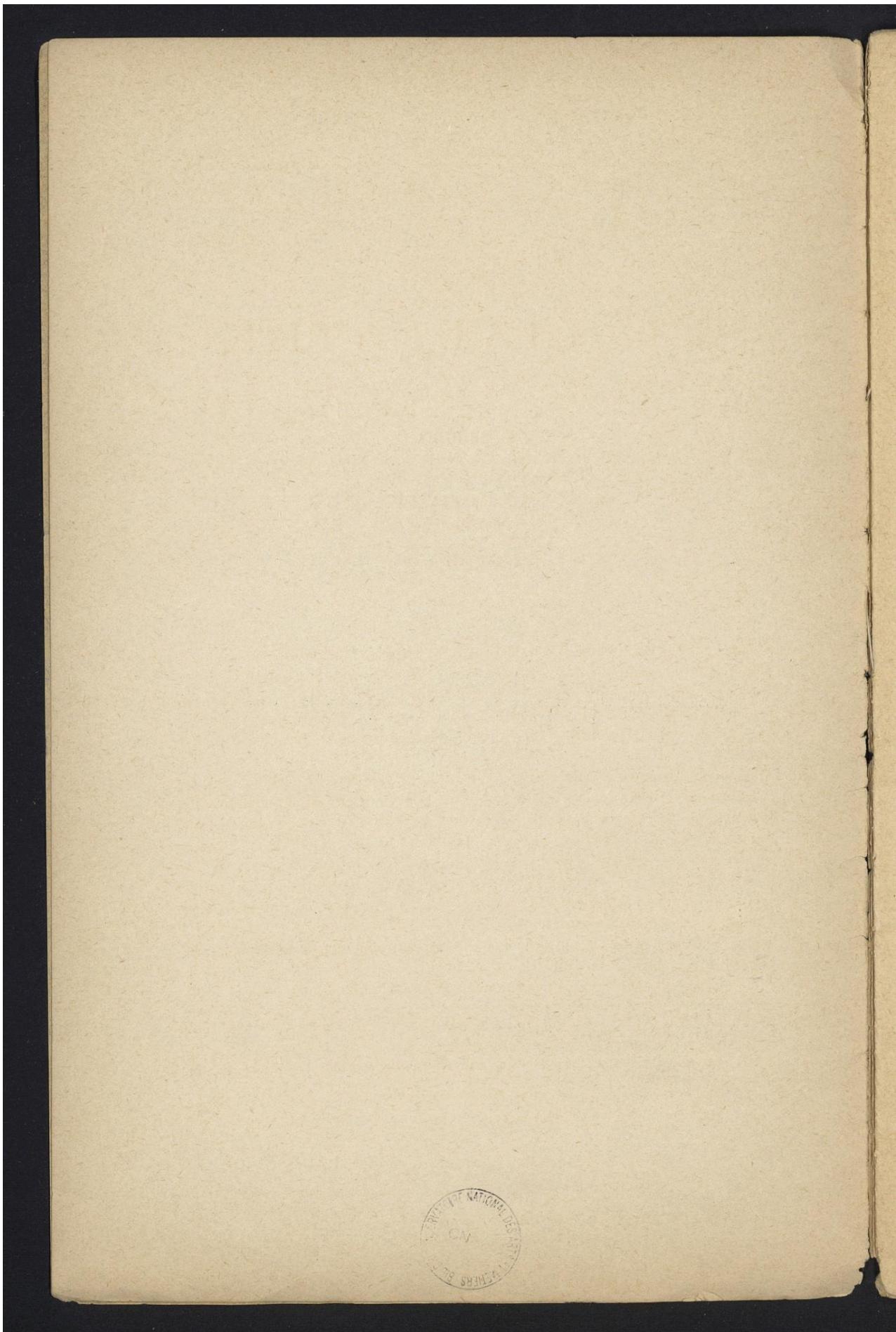
PAR

**E. LEDUC**

Chef de la Section des Matériaux de Construction au Laboratoire d'essais  
du Conservatoire des Arts et Métiers.

**et Maurice PELLET**

Ingénieur-Agronome



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

# ESSAIS SUR LE PLATRE<sup>(1)</sup>

PAR

**E. LEDUC**

Chef de la Section des Matériaux de Construction au Laboratoire d'essais  
du Conservatoire des Arts et Métiers.

**et Maurice PELLET**

Ingénieur-Agronome

## I

Comme nous l'écrivions, il y a déjà quelque temps (2), la nature a largement distribué le gypse en France, principalement dans la région parisienne, alors qu'elle en a peu ou point doté les pays du Nord. Ceci explique pourquoi la France était la seule nation exposant à Liège du gypse ou des produits fabriqués avec ce corps, la Belgique consommant des quantités considérables de plâtre français.

Cette exportation est intéressante à considérer et à mettre en parallèle avec le développement technique de l'industrie de cette matière qui est à peu près nul. Il est digne de remarque que la fabrication du plâtre, à part quelques essais industriels tentés en France par MM. Pollet et Chausson, Périn, Tâté, est actuellement ce qu'elle était il y a cent ans, sauf que la houille a remplacé le bois dans nombre d'usines et le moteur à vapeur le cheval, quoiqu'on trouve encore des usines où la meule du broyeur, courant sur la piste perforée, est mue à l'aide d'un manège animal.

Les études scientifiques elles-mêmes, ont à peine ébauché la technologie du plâtre.

Que sait-on en effet de plus sur le plâtre qu'on ne connaissait au temps où les

---

Le Laboratoire d'Essais ne prend pas la responsabilité des opinions, scientifiques et techniques soutenues par les Collaborateurs du Bulletin.

(1) C'est à la demande d'un certain nombre de fabricants de plâtre, que nous avons cru devoir publier cette note, car ces essais ne représentent que le début d'un travail général sur le plâtre ; aussi nous prions les lecteurs de l'accepter comme tel.

(2) *Revue des matériaux de construction et de travaux publics*, janvier 1906.

Egyptiens s'en servaient pour la construction de leurs monuments ? Quoi de changé depuis le temps où Théophraste écrivait qu'on doit battre le plâtre cuit sur une aire, pratique qui existe encore dans les petites plâtreries ? Quoi de changé depuis l'époque (1776) où Ferroussat du Castillon pouvait écrire, comme le rappelle M. Cloez :

« Je vois avec étonnement les fours ouverts à la discréption de tous les vents qui tourbillonnent, tourmentent le feu et empêchent l'action. Dans la forme négligée de leur construction, un hangar tout petit, tout ouvert sur le devant, percé de deux croisées sur le derrière et couvert de tuiles à clairevoie, la cuisson s'exécute mal si on y épargne le bois, ou devient trop chère si on y consomme tout celui nécessaire ».

La technologie du plâtre a bien peu changé depuis, a bien peu progressé. Combien de plâtriers se soucient-ils de la température de cuisson, de son influence et de celle de la finesse du produit fabriqué ?

Les connaissances actuelles sur la déshydratation du plâtre peuvent être résumées en quelques lignes comme suit :

Le plâtre commence à se déshydrater vers 95-100° (Plessy 1849) se déshydrate entièrement entre 140-145° (Plessy) 100 et 150° (Landrin 1874) 124 et 145° (Lacroix 1898). L'anhydride formé à 125-145° (appelé anhydride soluble par les Allemands) est stable jusqu'au rouge naissant, mais subit un changement moléculaire au rouge cerise formant alors de l'anhydride véritable, à peu près insoluble (Lacroix déjà cité). Le plâtre déshydraté entre 150 et 250° se réhydrate plus rapidement, que celui déshydraté une température inférieure (100-150°) et a une tendance à prendre plus rapidement que le précédent ; cuit à 200-400°, il prend encore et d'autant moins vite qu'il est cuit plus rapidement. Cuit à 400° pendant plusieurs heures, le plâtre devient de moins en moins dur. En résumé le meilleur plâtre à mouler doit être cuit à 150-250° (Landrin déjà cité). La prise est d'autant plus lente que la température de déshydratation a été plus élevée (Landrin 1879). A la température de 155° il se forme un sous-hydrate  $\text{SO}_4^2\text{Ca} + 0,5 \text{H}_2\text{O}$  (H. Le Chatelier, 1896), considéré par les auteurs allemands comme le plâtre à mouler normal (1).

## II

La pierre à plâtre telle qu'on l'extract des carrières se compose essentiellement de sulfate de chaux hydraté  $\text{SO}_4^2\text{Ca} + 2 \text{H}_2\text{O}$ , plus une petite proportion de marne, de silice et d'anhydride. Si on soumet cette pierre à l'action de

1) Depuis que nous avons écrit ces lignes, nous avons eu connaissance du magnifique ouvrage sur le plâtre dû au Dr Albert Moye édité par la maison Theers Thomas de Leipzig (1906) auquel les lecteurs que la question plâtre intéressera voudront bien se reporter. Cette magistrale étude prend la question du plâtre sous toutes ses formes et ne signale pas moins de trois cents études dans la bibliographie de la question.

Il y a lieu aussi de signaler les expériences extrêmement intéressantes de M. Forcrand.

la chaleur le gypse se déhydrate, et il reste du sulfate de chaux anhydre.

On a bâtaillé pendant longtemps sur la température de déshydratation du gypse. M. Le Chatelier (C. R. 1896, p. 1669) a montré que si l'on maintient du gypse pendant plusieurs heures à la température de 155°, il se formait un sous-hydrate  $\text{SO}_4\text{Ca} + 0,5 \text{H}_2\text{O}$  (plâtre normal).

M. Lacroix (C. R. p. 360 et 553) a montré que le gypse chauffé suffisamment longtemps à la température comprise entre 125° et 145° se déhydrate complètement, formant un sulfate de chaux anhydre. Ce sulfate de chaux anhydre a une avidité extrême pour l'eau contenue dans l'air atmosphérique, formant l'hydrate  $\text{SO}_4\text{Ca} + 0,5 \text{H}_2\text{O}$ . De plus, et ce qui est très important pour la technologie du plâtre, cet anhydride formé à basse température, est soluble et peut prendre par conséquent, contrairement à l'anhydride naturel.

Nous avons tenu à refaire nous-même l'expérience de M. Lacroix.

Nous avons opéré sur des lamelles de gypse soigneusement débarrassées de leurs impuretés. Chaque essai a été fait sur 5 grammes du produit, qui ont été placés dans une étuve à huile munie d'un régulateur.

Les chiffres ci-après ramenés à la perte o/o de gypse donnent les résultats des essais :

Température de déshydratation	Durée du séjour dans l'étuve	Perte o/o
119°	3 heures	6,56
	6	11,66
	8	13,26
	11	15,32
	14	15,56
	17	15,56
120°	31	20,41
	16 heures	15,66
	18	20,04
133°	5 h. 1/2	18,54
	8 heures	20,34
133°	2 heures	14,20
	6	18,86
	7	19,40
	8	20,04
	9	20,16
	5 h. 1/2	20,46
141°	4 heures	20,30
143°	2 heures	20,36

Perte au rouge 20,88 o/o (Traces de carbonate de chaux).

On voit nettement qu'à 120° la déshydratation est totale après 18 heures. A 133° il n'a fallu qu'un maximum de 8 heures, 5 h. 1/2 seulement à 141°, 4 heures à 143° et seulement 2 heures à 146°.

**Influence de la température de déshydratation de l'abâtre  
sur la prise du plâtre obtenu**

Quoique les expériences manquent pour déterminer l'influence de la température sur la prise du plâtre, il est courant d'entendre dire par les fabricants de plâtre que le plâtre déshydraté lentement prend lentement, et que le plâtre déshydraté avec rapidité prend rapidement ; on prétend aussi que le plâtre déshydraté au-dessus de 300 à 350° ne manifeste plus aucune énergie de prise (*Dictionnaire de Wurtz*, p. 1068, t. II, 2<sup>e</sup> partie).

« Pour déshydrater le plâtre il ne faut pas le chauffer au-delà de 204°, car alors il commence à perdre la qualité de se réhydrater. Quand le gypse a été soumis à une température de 300 à 350° il cesse de reprendre son eau de cristallisation et ressemble au sulfate de chaux anhydre de la nature nommé anhydride, qui ne peut donner de plâtre capable de se gâcher et de faire prise avec l'eau ».

Pour vérifier ces différentes opinions, nous avons déshydraté de l'albâtre, qui est un sulfate de chaux hydraté, à des températures variables, et nous avons déterminé la courbe de prise à l'aide du prisomètre Périn.

**Prisomètre Périn**

Le prisomètre Périn se compose d'un mouvement d'horlogerie actionnant une boîte de prise dans laquelle on place le plâtre gâché, et un cylindre enregistreur portant un papier quadrillé. Un levier tournant autour d'un axe fixe porte à l'une de ses extrémités une plume réservoir à encre grasse, et à l'autre, l'aiguille de prise se déplaçant suivant une ligne verticale et supportant un plateau qu'on peut charger de poids. Une came commandée par le mouvement d'horlogerie règle la marche de l'aiguille ; toutes les minutes elle tombe d'elle-même dans la masse gâchée et remonte lentement tandis que la plume suit sur le graphique une marche inverse. Lorsque l'aiguille se trouve à la partie supérieure de sa course, une autre came fait tourner d'un certain angle la boîte de prise et le cylindre. Immédiatement après cette rotation l'aiguille retombe et l'opération se poursuit ainsi par chutes successives.

Pour chaque essai la température maximum à laquelle nous voulions soumettre l'albâtre a été maintenue pendant deux heures au minimum jusqu'à poids constant.

Pour les températures de 120 et 250° nous nous sommes servi d'une étuve à huile. L'essai de déshydratation à la température de 450° a eu lieu dans un bain de plomb, et les essais à température supérieure ont eu lieu soit dans un four électrique à résistance de nickel, soit dans un four à gaz Méker dont la température était rigoureusement maintenue.

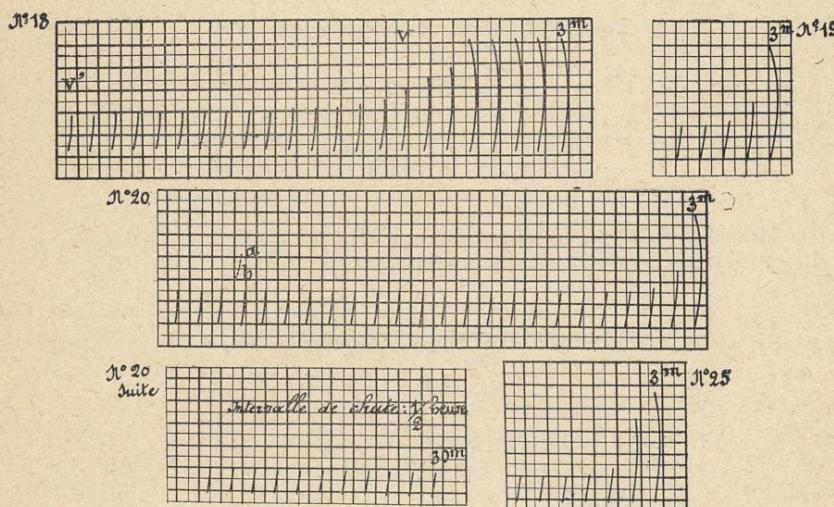
Pour tous les gâchages nous avons employé 85 o/o d'eau, ce qui nous a semblé donner une pâte normale.

Les courbes de prise nous montrent :

Température de déshydratation  $120^{\circ}$ , (courbe n° 18) le commencement de la prise n'a lieu qu'à la huitième minute, la fin ayant lieu vers la seizeième minute.

Température de déshydratation  $250^{\circ}$  (courbe n° 19). L'essai donne une prise beaucoup plus rapide, dont le début et la fin ont lieu respectivement aux quatrième et sixième minutes.

Température de déshydratation  $450^{\circ}$  (courbe n° 20). Si le commencement de prise est rapide (quatrième minute) on constate un retard considérable pour la fin de prise; en effet au bout de cinq heures et demie, l'aiguille du prisomètre pénètre encore de 2 millimètres environ dans la masse.



Pour les essais de déshydratation ci-après on a noté à différents intervalles de temps la température de la masse :

#### Température de déshydratation $500^{\circ}$

Masse déshydratée 100 grs.

Après 5 <sup>m</sup>	110 <sup>o</sup>	{	Température de la masse d'albâtre.
10	500 <sup>o</sup>		

La masse est restée 1 heure à  $500^{\circ}$ .

Le produit gâché à donné une masse très dure le lendemain.

## Température de déshydratation 600°

Massee déshydratée 100 grs.

Après 5 <sup>m</sup>	110°	Température de la masse d'albâtre.
15	350	
30	550	
45	600	

La masse est restée une heure à 600°.

Le produit gâché dans les conditions indiquées plus haut a donné une masse très dure le lendemain.

## Température de déshydratation 650°

Massee déshydratée 100 grs.

Après 1 heure 1/4	250°	Température de la masse d'albâtre.
1 1/2	450	
1 3/4	650	

La masse est restée une heure à 650°.

Le produit gâché n'a donné aucune prise même après plusieurs jours.

## Température de déshydratation 700°

Massee déshydratée 100 grs.

Après 5 minutes	110°	Température de la masse d'albâtre.
10	450	
15	700	

La masse est restée une heure entre 700° et 720°.

Le produit gâché n'a donné aucune prise même après plusieurs jours.

## Température de déshydratation 800°

Massee déshydratée 100 grs. environ.

Après 5 minutes	110°	Température de la masse d'albâtre.
7	150	
10	250	
20	800	

La masse est restée une heure à 800°.

Le produit gâché n'a donné aucune prise même après plusieurs jours.

## Température de déshydratation 1185°

Température de la masse d'albâtre.			Masse déshydratée 2 kgs. environ.
Après 1 h. 10 m.			110° (la fournette étant au rouge sombre).
1	40	150	id. vif.
3	25	1.120	id. vif.
3	40	1.150	id. vif.
3	55	1.175	id. vif.
4	10	1.185	id. vif.
5	40	1.185	id. vif.

Sous l'influence de la cuisson la poudre a donné une masse friable affectant la forme du creuset.

Pulvérisée, le lendemain, au tamis de 900 mailles par cm<sup>3</sup> et gâchée, elle ne prend pas, même après plusieurs jours.

Élévation de la température pendant la prise d'albâtre  
déshydraté à 250°

Pendant la prise de l'albâtre déshydraté à 250°, la température de la masse a atteint 44°,5.

Température du laboratoire	24°,5
» de l'eau employée	20°
Après 2 minutes	29°
2 » 15 secondes	30
4 » 40 »	30,5
3 » 5 »	31
3 » 40 »	31,5
4 » 15 »	32
4 » 35 »	32,5
4 » 50 »	33
5 » 15 »	33,5
5 » 35 »	34
5 » 50 »	34,5
6 » 10 »	35
6 » 30 »	35,5
6 » 50 »	36
7 » 10 »	36,5
7 » 25 »	37

7	»	50	»	38
8	»	30	»	39
8	»	50	»	40
9	»	30	»	41
10	»		»	42
10	»	50	»	43
11	»	50	»	44
12	»	30	»	44,5

Notons que pour cette détermination, le thermomètre était plongé dans la masse, au centre de la boîte de prise et légèrement enduit de vaseline. Il n'y a pas eu de compression sur le réservoir du thermomètre qui s'est retiré très facilement du gâteau.

La prise de l'albâtre déshydraté à 450° n'a pas donné lieu à une élévation sensible de température.

#### Influence de la température de déshydratation sur la résistance.

Il était intéressant de constater si le plâtre déshydraté à 120° donnait une résistance différente de celui qui a été déshydraté à 250°.

Les essais ci-après montrent qu'il n'en est rien.

Pour ces essais les deux plâtres ont été gâchés exactement dans les mêmes conditions et la résistance à la traction a été déterminée avec les appareils utilisés pour les essais de ciment (Briquettes en forme de huit et machine Michaëlis).

Les résultats ont été les suivants :

Eau de gâchage 85 o/o.

	Résistance par mètre carré après :				
	3 heures	24 heures	48 heures	1 semaine	4 semaines
Albâtre déshydraté à 120°	9	8	8	7	15
	7	8	7	6	13
	9	9	8	7	15
	7	0	8	7	15
	8	6	8	8	14
	7	7	8	7	15
	Moyenne . .	7,8	7,8	7,8	14,5

	Résistance par centimètre carré après :				
	3 heures	24 heures	48 heures	1 semaine	4 semaines
Albâtre déshydraté à 250°	6	8	8	8	14
	6	9	9	8	16
	6	9	9	8	18
	6	9	11	7	16
	7	8	8	8	17
	7	9	»	7	15
	Moyenne . .	6,3	8,7	9,0	16,0 (1)

(1) Ces briquettes ne se sont pas cassées suivant la section minimum de rupture.

On voit qu'il n'y a au point de vue de la résistance aucune différence entre le plâtre déshydraté à 120° et celui cuit à 250°.

### Influence de la vitesse de déshydratation

« Le plâtre déshydraté rapidement prend rapidement, et celui cuit lentement prend lentement ».

Nous avons voulu vérifier ce que les plâtriers donnent comme un des axiomes de la fabrication du plâtre.

Pour cet essai, nous avons déshydraté de l'albâtre lentement, en le mettant en couche épaisse dans une étuve montant lentement à la température de 250°, température qui a été maintenue pendant plusieurs heures.

Pour la déshydratation rapide, l'albâtre a été répandu en couche extrêmement mince de quelques millimètres seulement d'épaisseur sur un carton d'amiante maintenu à la température de 250° pendant près d'une heure. Les courbes n° 19 (déshydratation lente) et n° 25 (page 7) (déshydratation rapide) montrent que la prise tant pour le début que pour la fin est sensiblement la même dans les deux cas.

Il semble donc résulter de ces essais que :

1° Le gypse maintenu assez longtemps à la température de 120° se déhydrate complètement ce qui du reste était connu.

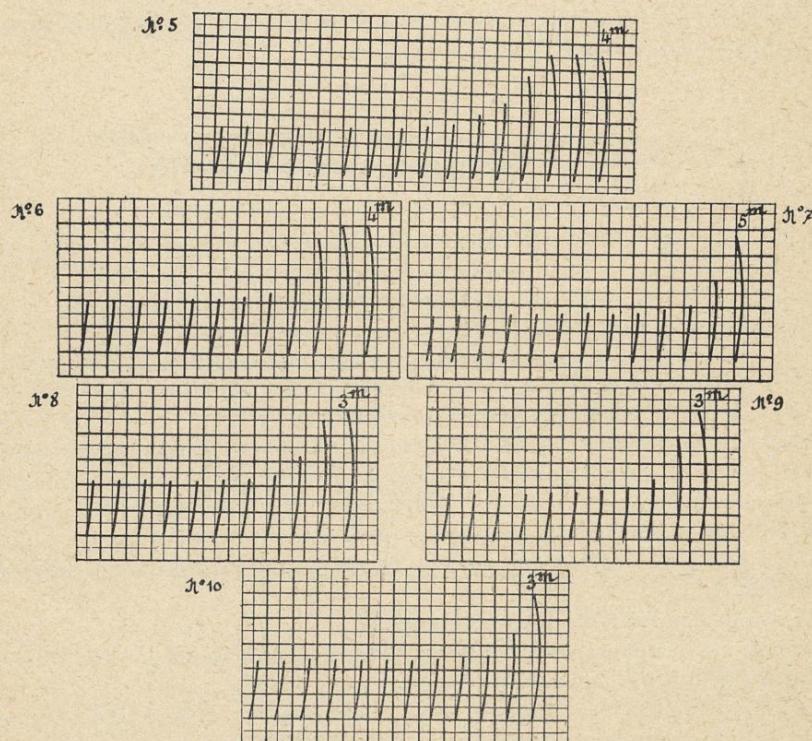
2° Le gypse porté à 120° prend moins vite que le même, déshydraté à 250°, ce dernier a un début de prise égal à celui qui a été déshydraté à 450°, mais possède une fin de prise plus rapide que le premier et surtout que celui qui a été déshydraté à 450°. A la température de 600°, qui peut être considérée comme température maximum de déshydratation du plâtre, la prise est très lente, mais elle se produit néanmoins ; c'est la limite de température au-dessus de laquelle le plâtre n'a plus aucun pouvoir de se reprendre en masse.

3<sup>e</sup> La vitesse de déshydratation (pour les températures observées) montre qu'elle n'a aucune influence sensible sur la prise.

**Influence de la température de l'eau de gâchage sur la prise (1)**

On sait que la prise et la résistance des ciments sont influencées par la température de l'eau de gâchage.

Nous avons pensé que, par analogie du phénomène de prise des ciments mis en évidence par M. Le Chatelier, la température de l'eau de gâchage devait avoir une influence sur la rapidité de prise du plâtre.



Les courbes n°s 5, 6, 7, 8, 9, 10 sont celles de la prise d'un plâtre gâché avec 55 o/o d'eau à la température 0°, 15°, 25°, 35°, 45° et 50°.

(1) Ces essais et ceux qui suivent ont été exécutés avec du plâtre de Paris dit à plafonner, gâché avec 55 o/o d'eau.

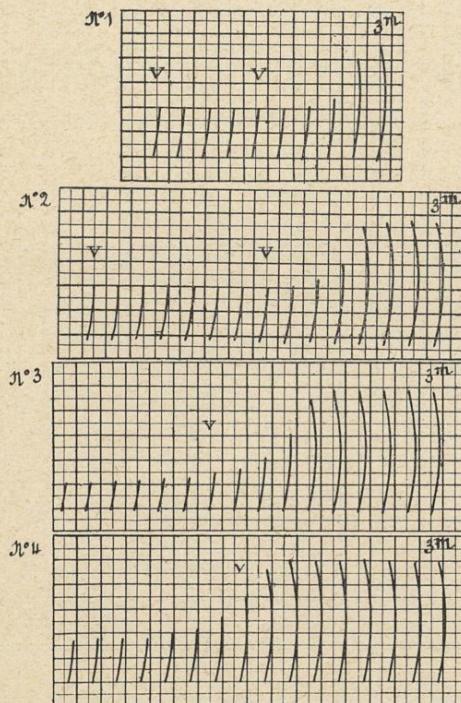
Plus la température est élevée, plus la prise est rapide tant pour le début, que pour la fin, et plus la différence de temps entre ces dernières phases se trouve diminuée. Ceci montre donc que, de même que pour les ciments, la température de gâchage influe sur la prise, dont la vitesse augmente avec la température.

Les briquettes gâchées avec de l'eau à  $15^{\circ}$  et conservées dans l'air sec du laboratoire ont donné les résistances ci-après :

3 heures	6 heures	24 heures	48 heures	1 semaine	2 semaines	3 semaines
5	4	6	8	10	14	15
4	4	7	8	7	17	16
4	5	7	9	9	15	17
5	4	6	8	8	18	17
4	4	6	9	10	18	16
5	5	6	9	11	10	18
Moyenne..	4,3	4,3	6,3	8,5	9,2	15,3
						16,8

(Cette série d'essais est celle que nous appelons la série type pour pouvoir la comparer avec les séries suivantes).

#### Influence de la proportion d'eau



Comme pour l'élévation de température, une augmentation de la proportion d'eau de gâchage doit diminuer la rapidité de prise et la résistance du plâtre.

Pour vérifier ces hypothèses, nous avons gâché du plâtre avec différentes proportions d'eau.

Les courbes nos 1, 2, 3, 4 représentent des essais de prise de plâtre gâchés successivement avec 40, 50, 60 et 70 % d'eau.

On ne peut employer des quantités d'eau moindres ou supérieures, car on aurait dans le premier cas un gâchage trop sec, impossible à rendre homogène. et dans le second cas, on obtiendrait un plâtre complètement noyé.

Comme on peut le voir d'après les courbes, l'influence de la proportion d'eau de gâchage est sensible, la prise étant d'autant plus rapide que la quantité d'eau est moindre.

#### Résistance à la traction, kilogs.

	3 heures	6 heures	24 heur.	48 heur.	1 sem.	2 sem.	3 sem.	4 sem.
Eau de gâchage 40 %	12	40	13	45	13	12	19	25
	10	40	14	45	13	10	9	22
	13	44	13	44	16	8	14	21
	10	40	12	45	13	14	15	18
	12	41	15	45	15	13	21	26
	11	41	9	45	14	14	26	24
Moyenne...	11,3	40,5	12,6	44,8	14,0	11,8	17,3	22,7
Eau de gâchage 50 %	8	9	9	11	9	10	15	18
	9	8	9	9	10	10	9	18
	8	8	11	11	12	10	9	16
	10	7	9	11	11	12	14	18
	8	7	10	10	11	10	19	25
	8	7	10	11	10	10	9	21
Moyenne...	8,5	7,7	9,6	10,5	10,5	10,3	12,5	17,7
Eau de gâchage 60 %	7	5	8	8	7	7	13	14
	6	4	6	8	7	7	6	14
	6	4	6	9	8	7	7	13
	6	4	5	7	8	6	7	14
	6	6	7	8	8	6	7	16
	5	5	7	7	7	6	11	17
Moyenne...	6,0	4,7	6,5	7,8	7,5	6,5	8,5	14,7
Eau de gâchage 70 %	4	4	6	6	6	5	11	10
	5	4	5	5	5	5	9	11
	5	4	5	6	5	4	4	10
	5	3	5	4	6	5	4	10
	5	2	5	6	5	5	5	10
	4	4	5	5	5	5	5	13
Moyenne...	4,6	3,8	5,2	5,3	5,3	4,8	6,3	10,7

En ce qui concerne l'influence de la proportion d'eau sur la résistance, ces essais montrent de la façon la plus nette que la résistance est en fonction de la

proportion d'eau incorporée par le gâchage. C'est ainsi qu'après 4 semaines le plâtre gâché avec 40 % d'eau donne une résistance de 22 k. 7 alors que celui gâché avec 70 % d'eau n'a donné que 10 k. 7.

Ces essais montrent certaines rétrogradations de résistances après 6 heures et 2 semaines ; il s'est produit tout au moins pour l'échantillon essayé, une baisse de résistance à ces deux périodes. Pour vérifier ce fait nous avons fait un second essai, sur un autre plâtre qui a été essayé après 3 et 6 heures. Comme pour le précédent, cet essai a donné une légère chute après six heures.

#### Influence de la proportion d'eau. Plâtre : 200 grammes

	Eau %							
	A 3 heures				A 6 heures			
	40 0/0	50 0/0	60 0/0	70 0/0	40 0,0	50 0/0	60 0/0	70 0/0
8	6	4	3	8	6	4	2	
8	6	4	3	9	6	3	3	
10	6	4	2	8	5	4	3	
9	6	4	3	9	5	4	2	
8	6	3	2	8	6	3	3	
8	6	3	3	8	6	4	2	
Moyenne . . .	8,5	6,0	3,7	2,7	8,3	5,7	3,7	2,5

#### Influence de la finesse

On dit couramment que le plâtre ne doit pas être moulu trop fin et que le meilleur plâtre ne doit être ni trop fin, ni trop gros.

Cet aphorisme a probablement la même valeur que celui suivant lequel le meilleur plâtre est constitué par un mélange de surcuit, moyen cuit, et incuit.

Quoiqu'il en soit, nous avons tenu à le soumettre à la critique expérimentale. Pour cet essai nous avons pris un bon plâtre à mouler d'une marque connue.

A l'aide d'un tamis ayant 324 mailles par cm<sup>2</sup> (toile 80) on a fait deux lots, contenant l'un le résidu sur ce tamis, le second la poudre ayant traversé les mailles du tamis. On a trouvé : Résidu 13,4 %. Ce résidu traversait un tamis dont les mailles avaient 2 mm. de diamètre.

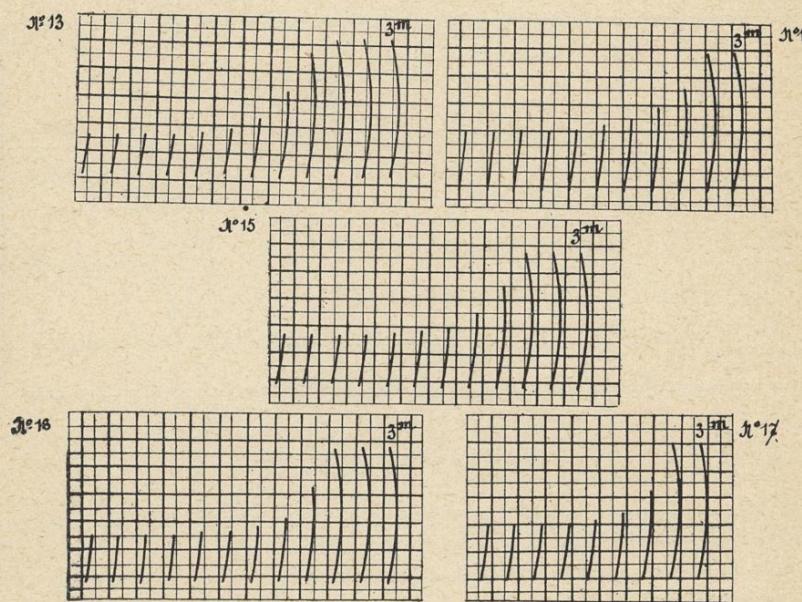
A la poudre ayant traversé le tamis de 324 mailles, on a ajouté 13,4 % de sable quartzeux de Leucate (1), de même composition granulométrique que le résidu, c'est-à-dire traversant un tamis à mailles de 2 mm. et restant sur celui de 324 mailles.

(1) Nous avons choisi le sable de Leucate uniquement parce que ce sable est le sable normal Français employé pour les essais de ciments



On a donc eu un second plâtre — sableux — dont le résidu a été remplacé par une même quantité de sable.

Le graphique n° 13 représente la prise du plâtre sableux ci-dessus, gâché avec 55 o/o d'eau et le graphique n° 14 montre la prise de la poussière ayant traversé le tamis de 324, gâché également avec 55 o/o d'eau. Enfin la prise du plâtre brut est donnée par le graphique n° 15. On voit que le plâtre sableux, (courbe 13) donne une prise identique à celle donnée par le plâtre brut (courbe 15) contenant un résidu identique à celui du plâtre sableux. Par contre la poussière a donné une prise plus rapide.



Les essais de résistance à la traction du plâtre sableux ont donné les résultats suivants :

Résistance après :

3 heures	6 heures	24 heures	48 heures	1 semaine
—	—	—	—	—
6	6	7	6	8
5	5	7	8	8
5	6	7	8	7
5	7	6	8	6
5	6	8	7	8
6	5	7	6	8
Moy., kgs....	5,300	5,800	7,0	7,200
				7,500

Ces résultats ne diffèrent pas en somme beaucoup de ceux donnés par le plâtre seul (voir la série type page 13) Toutefois après 6 heures, nous n'avons pas eu une diminution de résistance.

Le même essai a été fait en séparant le résidu traversant les mailles du tamis de 324 mailles par  $\text{cm}^2$  et restant sur celui de 900 mailles par  $\text{cm}^2$ . Ce résidu qui a été trouvé égal à 20,7 % a été remplacé par une égale proportion de sable de même grosseur granulométrique.

Si nous considérons les courbes n°s 16 et 17 et que nous les comparions à la courbe n° 15 qui est celle donnée par le plâtre brut, on constate une augmentation de rapidité de la prise pour la poussière (n° 17) ayant traversé le tamis de 900 mailles, alors que la prise donnée par le plâtre sableux est identique à celle donnée par le plâtre brut (courbe n° 15).

Nous avons effectué des essais de résistance à la traction sur le même plâtre dans lequel les résidus sur les tamis de 900 à 4.900 mailles ont été remplacés un même poids de sable et de même finesse.

Ces essais condensés dans le tableau ci-après donnent également des résultats sensiblement égaux à ceux de la série type (page 13) bien que nous ayons enregistré tantôt une baisse, tantôt une augmentation de la résistance des briquettes en plâtre sableux.

Résistance après :					
3 heures	6 heures	24 heures	48 heures	1 semaine	
—	—	—	—	—	—
6	4	6	6	6	6
6	6	7	8	6	6
5	5	8	6	6	6
5	5	6	8	7	7
6	5	7	8	7	7
5	5	7	7	7	7
Moy., kgs....	5,500	5,000	6,800	7,200	6,500

On peut donc admettre que le résidu sur le tamis de 900 mailles joue un rôle inerte dans le phénomène de la prise et du durcissement, tout au moins pour les périodes essayés.

### Influence du milieu de conservation

Nous avons fait des essais de résistance pour déterminer :

- 1<sup>o</sup> L'influence de l'air humide ;
- 2<sup>o</sup> id. intérieur d'un local (Laboratoire) ;
- 3<sup>o</sup> id. à 50° ;
- 4<sup>o</sup> id. sec (sous une cloche contenant de l'acide sulfurique) ;

- 5° L'influence de l'eau potable à 15° ;  
 6° id. 50° ;  
 7° id. 100° ;  
 8° id. de mer artificielle.

Nous éliminerons immédiatement les essais de conservation dans l'eau douce et dans l'eau de mer. Le plâtre étant soluble dans l'eau on devait s'attendre à n'avoir que des résultats négatifs, ce qui est arrivé.

On peut constater par les essais une chute de résistance dûe à la diminution de section des éprouvettes. Le phénomène était surtout appréciable dans l'eau à 100°, au bout d'une semaine d'immersion, les éprouvettes n'avaient plus que quelques millimètres d'épaisseur.

Contrairement à ce qu'on pourrait penser, l'eau de mer a été moins défavorable que l'eau douce ; ce fait est d'autant plus curieux qu'une solution de chlorure de sodium dissout plus facilement le plâtre que l'eau douce. On peut expliquer ce phénomène qui semble au premier abord contraire à ce que nous venons de dire en supposant que l'enduit qui se forme sur le plâtre par suite des réactions chimiques de l'eau de mer le protège contre l'action de cette eau, comme cela a lieu sur les éprouvettes de ciment plongées dans le même milieu.

A l'analyse cet enduit a donné comme principaux éléments .

SiO <sub>2</sub>	{	2 o/o
Al <sup>2</sup> O <sub>3</sub>		
Fe <sup>2</sup> O <sub>3</sub>		
CaO		42 o/o
SO <sub>3</sub>		51 o/o
MgO		0,60 o/o
Cl		0,50 o/o.

Les résistances obtenues sont condensés dans le tableau ci-après :

La proportion d'eau de gâchage était de 55 o/o.

## Résistance à la traction :

Milieux de conservation	Air humide	Air sec (Laboratoire)	Eau à 45°	Eau à 50°	Eau à 100°	Air à 50°	Eau de mer (gâchage et immersion)	Air sec (dessiccation)
			(immersion après 24 heures)					
Après 48 heures	9	9	7	4		9	7	8
	11	9	8	3	11	10	6	8
	40	9	9	2,1	11	10	5	8
	9	10	8	4, c <sup>2</sup> , 41	11	11	6	7
	9	10	8	3, c <sup>2</sup> , 7	10	5	7	8
Moyenne.... kgs	9,500	9,300	8,200	4,700	2,500	10,200	5,800	7,700
Après 1 semaine	8	7	6	1	15	4	10	
	9	9	6	2,06 × 2,03	16	4	8	
	9	8	6	3, c <sup>2</sup> , 73	15	5	9	
	9	10	7	1,9 × 1,85	14	5	9	
	9	9	6	3, c <sup>2</sup> , 54	16	4	8	
Moyenne.... kgs	8,700	8,800	6,200	2,500	Désagrégation complète	15,200	4,500	9,000
Après 4 semaines	20	15	Section : 1 c <sup>2</sup> , 56			8	4	17
	18	19	1,3 × 4,3 = 1 c <sup>2</sup> , 36			10	4	18
	18	15	Abandon après 3 semaines			7	5	15
	20	18	1,2 × 4,3 = 1 c <sup>2</sup> , 36			7	5	17
	19	19	Désagrégation complète			6	5	16
Moyenne.... kgs	19,300	17,500				7,500	4,700	16,3

Les briquettes placées dans l'air humide et dans l'air sec ont donné les mêmes résultats. Celles placées dans l'air à 50° ont montré une accélération de résistance à une semaine, puis une chute caractéristique après 4 semaines ; le même phénomène a lieu dans les essais de ciment, par suite de la destruction des hydrates cristallisés formés par la prise.

## Influence d'une addition de sable

Généralement le plâtre est gâché à l'état pur, quoique on l'ait employé assez souvent à l'état de mortier sableux. Il était intéressant d'essayer la résistance de mélanges contenant une proportion progressive de sable.

Pour ces essais nous avons employé du sable de Leucate dont on se sert dans les essais de ciment, composé par parties égales en poids de grains de sable passant au tamis à trous de 2 mm. de diamètre et restant sur celui de 1 mm. 5

id.	1 mm. 5	id.	1 mm. 0
id.	1 mm. 0	id.	0 mm. 5

Pour la détermination de la quantité d'eau à ajouter, nous nous sommes servi de la formule Féret appliquée aux mortiers de ciment :

$$75 + \frac{2}{3} = NP$$

N représente la proportion d'eau employée dans un gâchage de plâtre seul (dans le cas qui nous occupe nous avons 55 o/o, quantité d'eau qui nous a paru donner la pâte la plus normale).

P indique la quantité de plâtre o/o employée dans le mélange sec.

En considérant les résultats des essais de résistance à la traction, nous voyons que suivant les proportions de plâtre et de sable, nous avons une augmentation ou une diminution de résistance des briquettes.

Tant que le sable reste dans le mélange à une proportion inférieure à 50 o/o nous avons une augmentation de la résistance par rapport à celle des briquettes de plâtre seul. Pour un mélange contenant des quantités égales de plâtre et de sable, nous obtenons des résultats sensiblement égaux à ceux de la série type, citée plus haut, et enfin quand la proportion de sable augmente, la résistance des briquettes diminue avec l'augmentation de la quantité de sable.

On peut remarquer dans quelques séries un manque absolu d'homogénéité dans les résultats ; c'est ainsi que dans l'une d'elles, cassée à 4 semaines, nous trouvons comme résistance 11 kgs et 23 kgs comme chiffres extrêmes.

Or nous avons comparé les surfaces de section des éprouvettes et nous avons vu que, bien que provenant d'un même gâchage sur l'une on pouvait compter une quarantaine de grains de sable et sur l'autre près du double. Ce manque d'homogénéité des éprouvettes provient de ce que la densité du sable est assez différente de celle du plâtre et que malgré un malaxage continu de la gâchée, la première et la dernière briquettes ne contiennent pas les mêmes éléments en mêmes proportions.

En somme on constate qu'il peut y avoir avantage dans certains cas à se servir de plâtre sableux, principalement suivant le prix de revient, et quand la prise n'est pas en jeu, en ne tenant pas compte bien entendu des difficultés d'application du mortier de plâtre.

## Influence d'une addition de sable sur la résistance à la traction :

Plâtre . . . . .	900"	800"	700"	600"	500"	400"	300"	300"	4"	200"	404"	400
Sable. . . . .	400"	200"	300"	400"	500"	600"	600"	700"	3"	800"	500"	902
Eau 0/0. . . . .	40,4"	36,0"	33,4"	29,5"	25,8"	22,0"	19,6"	18,5"	16,6"	14,9"	15,6"	11,2
	6	6	6	6	7	5	4	5	3	3	3	0,49
	6	6	5	6	7	5	4	5	2	3	3	0,27
6 heures . . . . .	6	7	6	6	8	6	4	5	1	2	3	0,37
	7	6	6	5	6	5	4	5	2	3	3	0,31
	6	6	6	5	7	5	4	5	2	2	3	0,27
	5	7			6	6	4	4	2	2	3	0,27
Moyenne . . .	6,0	6,30	5,80	5,70	5,80	5,30	4,0	4,80	2,0	2,50	3,0	0,27
	9	7	8	8	8	7	5	5	5	3	3	0,6
	9	7	9	7	8	7	5	5	3	2	2	0,7
24 heures . . . . .	8	7	8	8	8	7	6	5	4	3	2	0,4
	8	7	8	7	8	6	6	5	5	2	2	0,5
	7	7	9	8	8	6	5	5	4	2	3	0,6
	9	8			6	8	7	5	4	3	2	0,6
Moyenne . . .	8,30	7,20	8,40	7,30	8,0	6,60	5,30	4,80	4,50	2,70	2,30	0,57
	10	8	8	8	8	8	6	5	5	3	3	0,8
	12	10	9	8	8	8	5	5	5	3	2	0,7
48 heures . . . . .	11	9	8	8	7	6	5	5	5	3	2	0,5
	12	10	10	8	8	7	5	5	5	3	2	0,7
	12	9	10	8	8	7	6	5	4	3	3	0,8
	10	11	8	9	8	6	6	5	4	2	2	0,7
Moyenne . . .	11,30	11,70	8,80	8,20	7,80	7,0	5,50	5,0	4,70	2,80	2,30	0,70
	18	16	12	10	10	6	6	6	10	8	3	1,6
	10	10	12	9	8	6	6	6	12	9	2	1,2
1 semaine . . . . .	8	11	17	9	9	6	6	6	11	8	3	0,4
	12	14	12	15	8	6	6	5	11	9	4	1,8
	16	10	10	15	9	6	6	5	11	6	4	1,8
	12	15	14	8		6	7	5	12	10		1,0
Moyenne . . .	12,70	12,70	12,80	11,0	8,80	6,20	6,20	5,50	11,20	8,30	3,20	1,30
	15	20	19	11	19	16	17	12	13	5	6	3
	23	20	18	17	18	17	15	15	11	9	8	3
4 semaines . . . . .	16	14	21	23	18	14	15	13	11	8	7	3
	21	17	18	21	18	18	14	14	11	10	9	3
	25	22	23	23	20	16	15	10	11	8	8	3
	20	15	21	20	20	16	15	16	13	8	8	4
Moyenne . . .	20,0	18,0	20,0	19,20	18,80	16,20	15,20	13,30	11,70	8,50	7,70	3,20

## Influence de corps divers sur la résistance

Ayant cru remarquer que la couche de vaseline dont était enduite la cuvette du prisomètre Périn accélérerait le durcissement du plâtre à la surface extérieure

du gâteau, nous avons fait quelques essais dans lesquels nous avons employé : de la vaseline, de la glycérine, du pétrole, du sucre. Tous ces essais ont donné des résultats négatifs sauf celui au pétrole, et nous ne les citons que pour empêcher un expérimentateur de perdre son temps s'il était tenté d'entreprendre des recherches dans le but de déterminer l'influence de certains sels sur la solubilité du sulfate et de chaux, et par conséquent sur la rapidité de la prise (1).

#### Résistance à la traction

Proportion d'eau de gâchage : 55 o/o.

Plâtre type	Plâtre 900	Plâtre 950	Eau sucrée	Eau glycérinée
	Vaseline 100	Pétrole 50	à 20 o/o	à 20 o/o
6 heures . . .	4,3	3,2	5,8	4,7
24 heures . . .	6,3	3,8	7,0	5,5
1 semaine . . .	9,2	5,3	11,8	7,5

#### Influence de divers sels sur la prise

Comme on ajoute parfois certains corps pour retarder la prise du plâtre, nous avons fait quelque essais dans ce but.

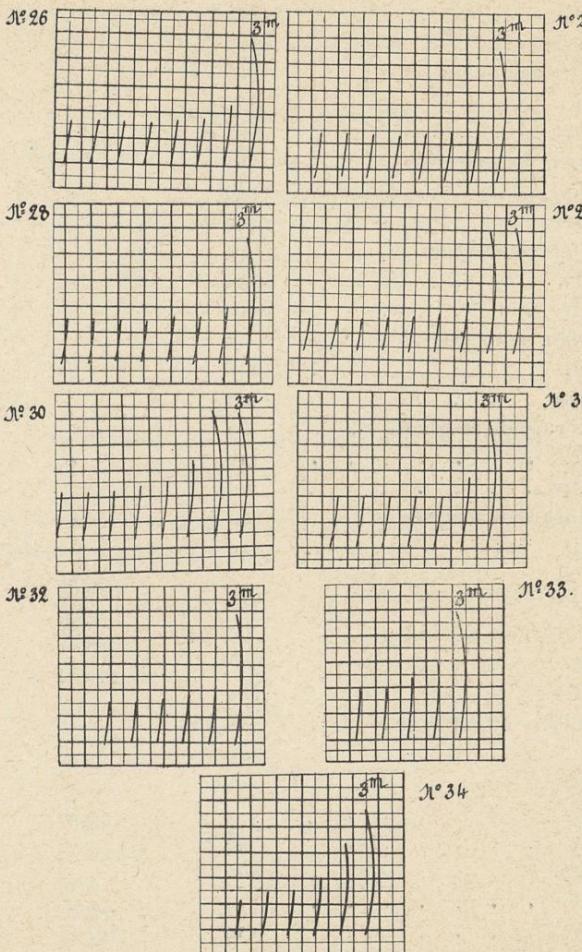
Plâtre . . .	200	graphique n° 26
Eau . . .	110	
Plâtre . . .	200	
Dolomie . . .	0,6	» 27
Eau . . .	110	
Plâtre . . .	200	
Dolomie . . .	1 gr.	» 28
Eau . . .	110	
Plâtre . . .	200	
Dolomie . . .	2 gr.	» 29
Eau . . .	110	
Plâtre . . .	200	
Dolomie . . .	10 gr.	» 30
Eau . . .	110	
Plâtre . . .	200	
Marbre pulv.	2	» 31
Eau . . .	110	

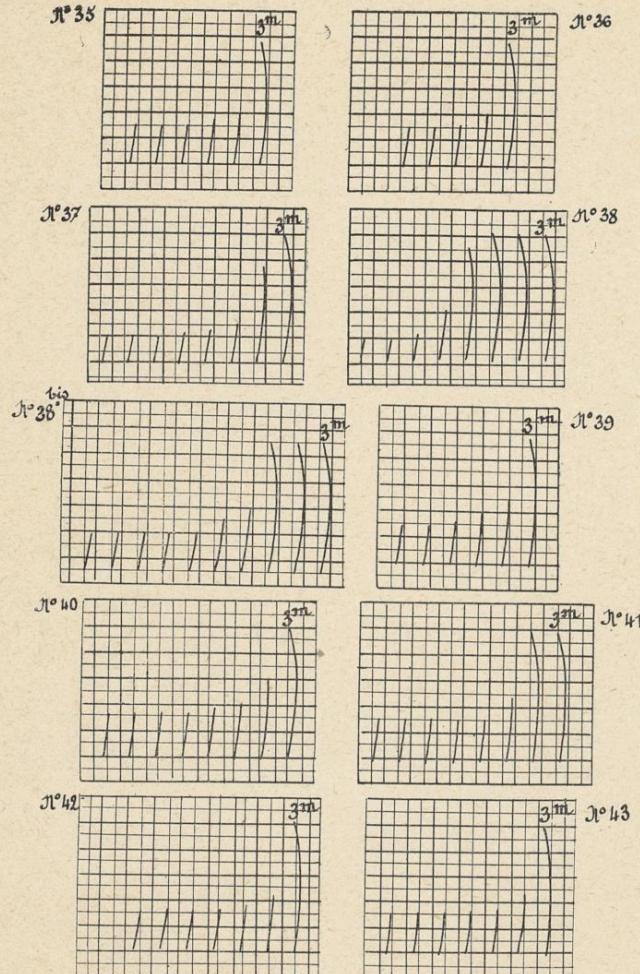
(1) Cette étude était terminée quand nous avons eu connaissance d'une partie des travaux de Rohland, Schott, Van t'Hoff etc, relatifs à l'action de certains sels sur le plâtre. On trouvera ces travaux parfaitement résumés pages 34 à 58 dans l'ouvrage déjà cité sur le plâtre.

Plâtre . . . . .	200	
Marbre . . . . .	10	graphique n° 32
Eau . . . . .	110	
Plâtre . . . . .	200	
Carbonate de magnésie . . .	2	» 33
Eau . . . . .	110	
Plâtre . . . . .	200	
Carbonate de magnésie . . .	10	» 34
Eau . . . . .	110	
Plâtre . . . . .	200	
Sulfate de magnésie . . .	8	
Eau . . . . .	110	» 35
Plâtre . . . . .	200	
Sulfate de magnésie . . .	40	
Eau . . . . .	110	» 36
Plâtre . . . . .	200	
Sulfate de magnésie . . .	8	
Eau . . . . .	110	» 37
Plâtre . . . . .	200	
Chlorure de magnésie . . .	40	
Eau . . . . .	110	» 38
Plâtre . . . . .	200	
Chlorure de magnésie . . .	40	» 38 bis
Eau . . . . .	110	
		» 39
Plâtre . . . . .	200	
Chlorure de calcium . . .	5 gr.	
Eau . . . . .	110	
Plâtre . . . . .	200	
Chlorure de calcium . . .	25 gr.	
Eau . . . . .	110	» 40
Plâtre . . . . .	200	
Talc . . . . .	2	» 42
Eau . . . . .	95 cc.	» 41
Plâtre . . . . .	200	
Talc . . . . .	10	» 43
Eau . . . . .	110	

On voit, d'après les graphiques, que seuls, la dolomie et les chlorures de magnésium et de calcium ont donné un ralentissement dans la prise du plâtre (courbes n°s 29, 30, 38 bis et 41).

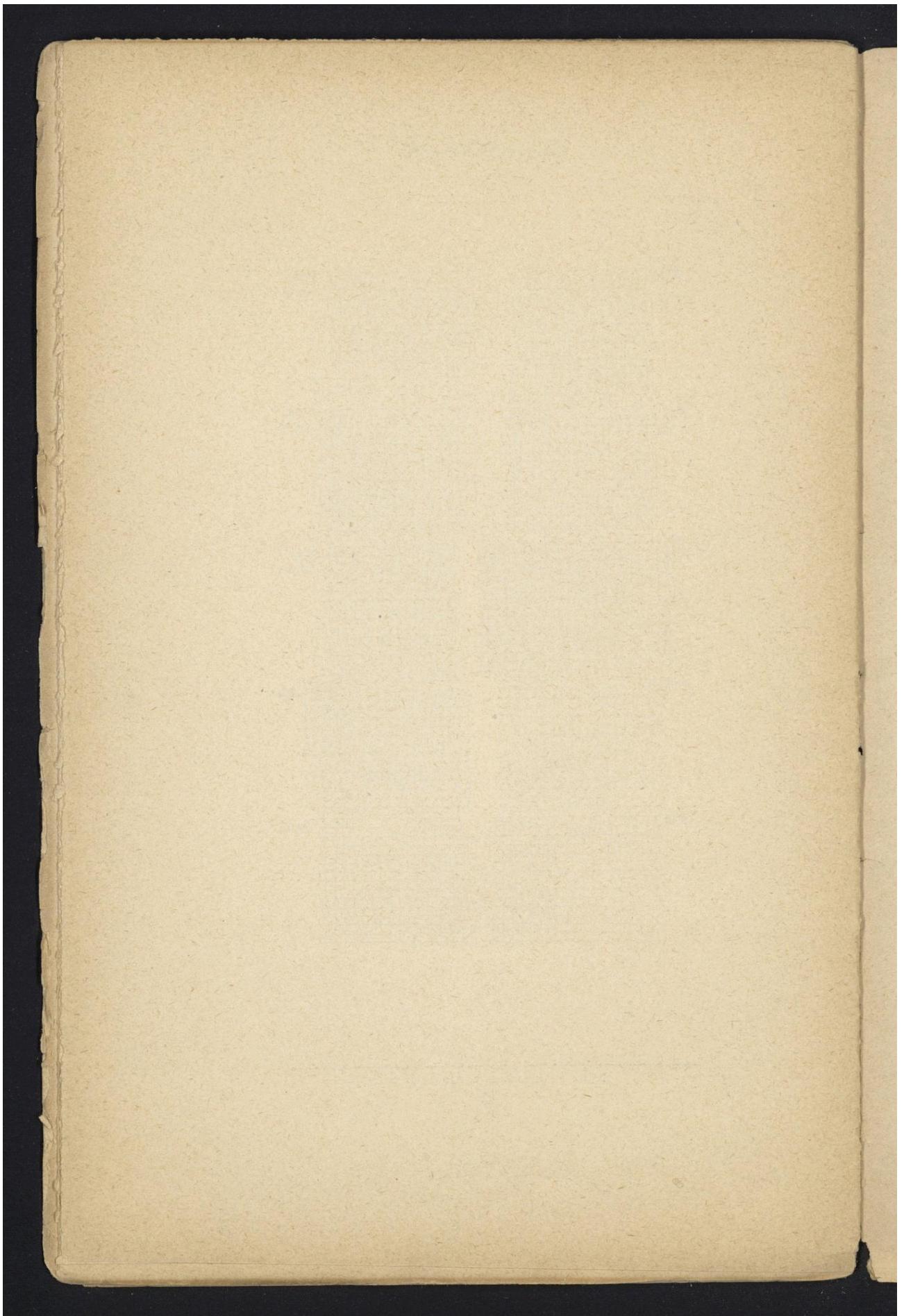
Les autres sels n'ont eu d'influence ni dans l'un ni dans l'autre sens.



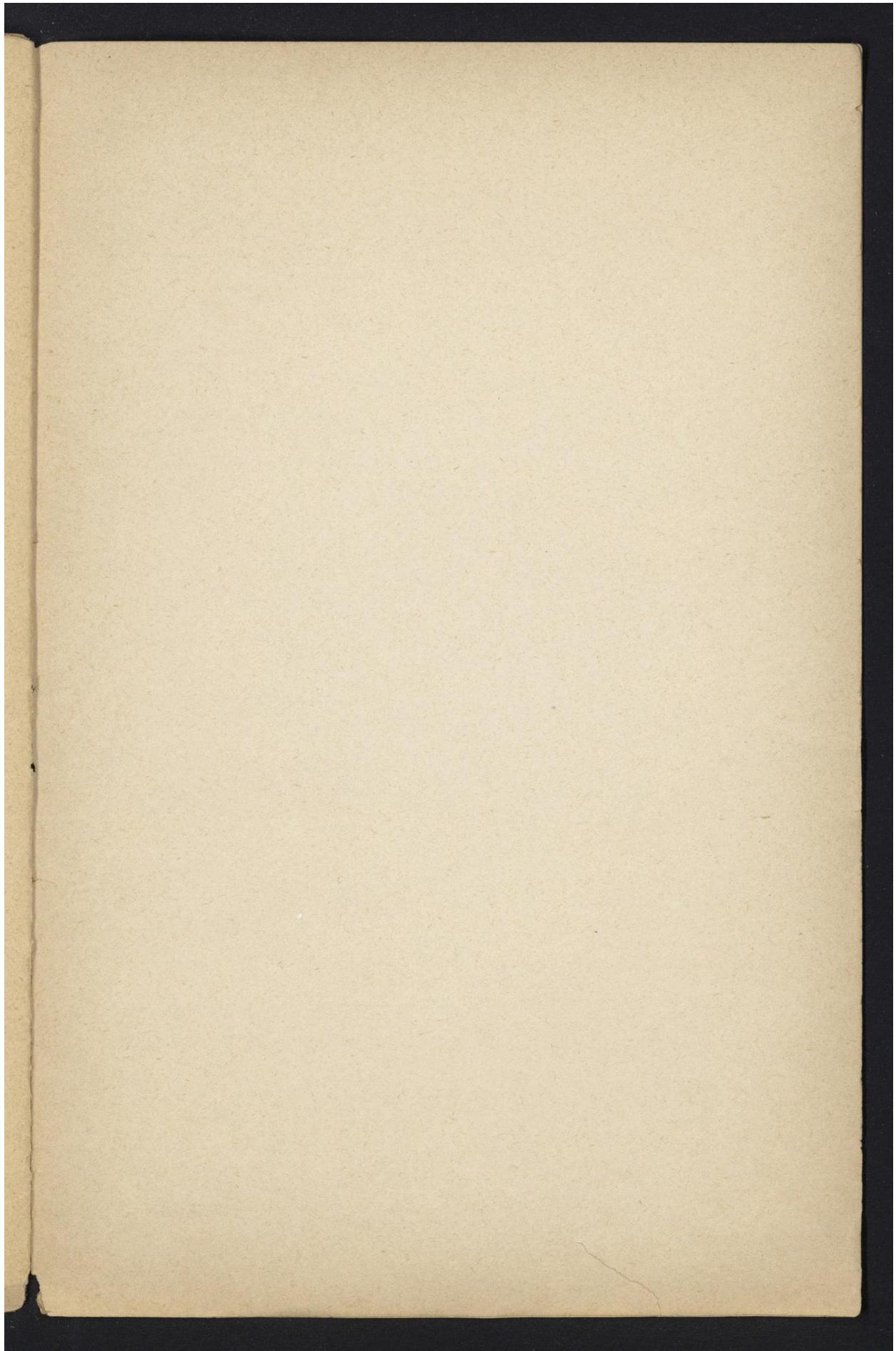
LAVAL. — IMPRIMERIE L. BARNÉOUD ET C<sup>ie</sup>.

23

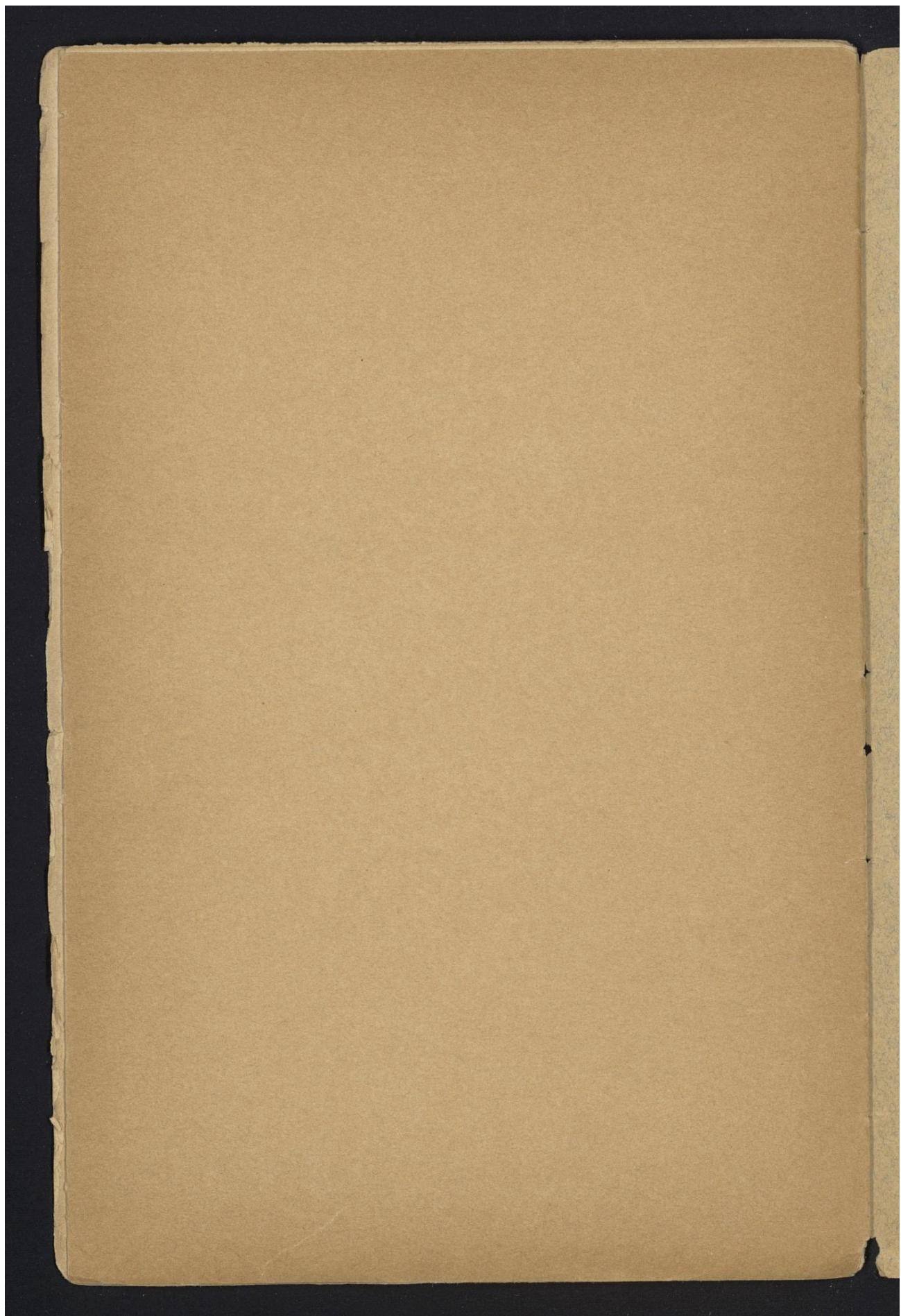




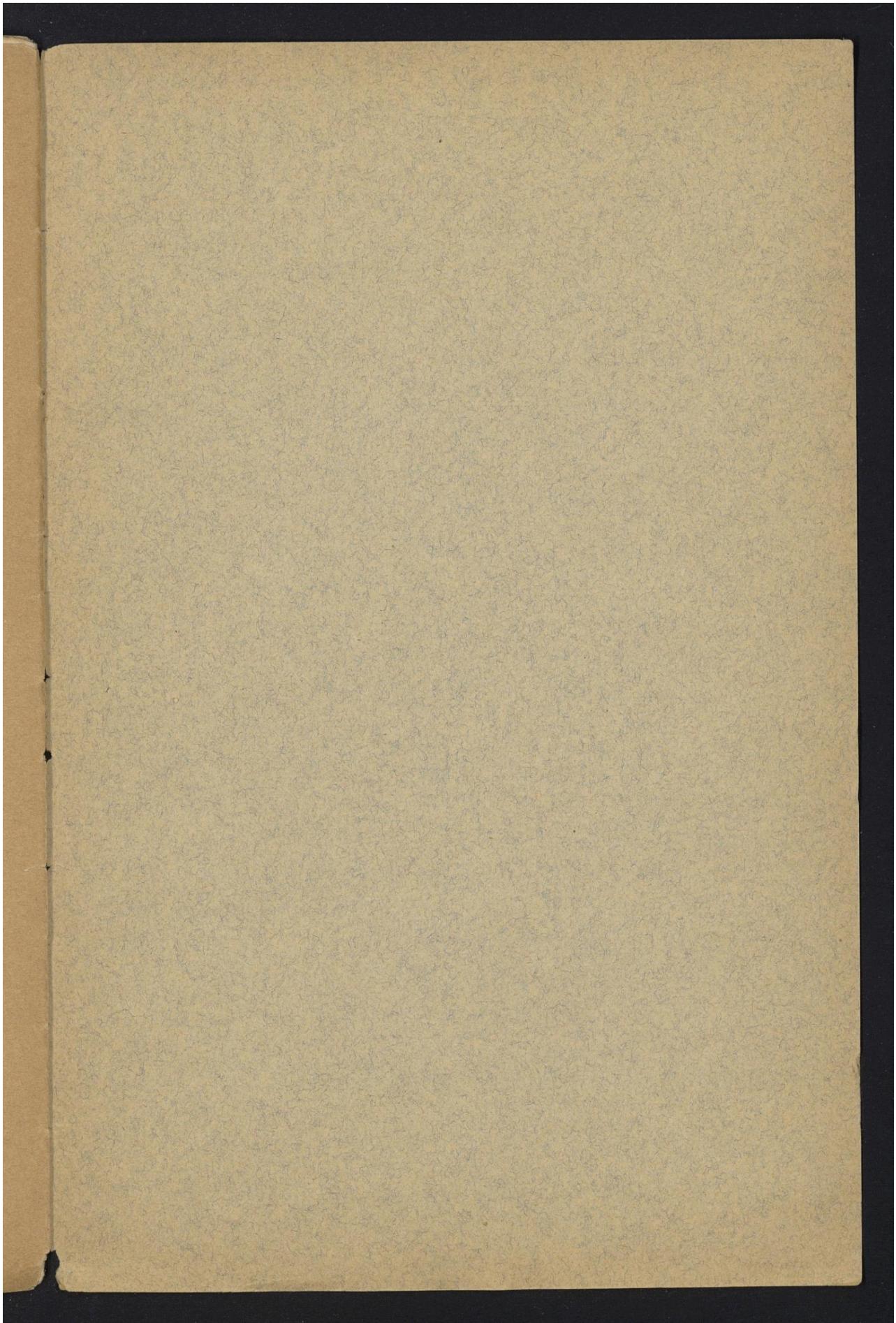
Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



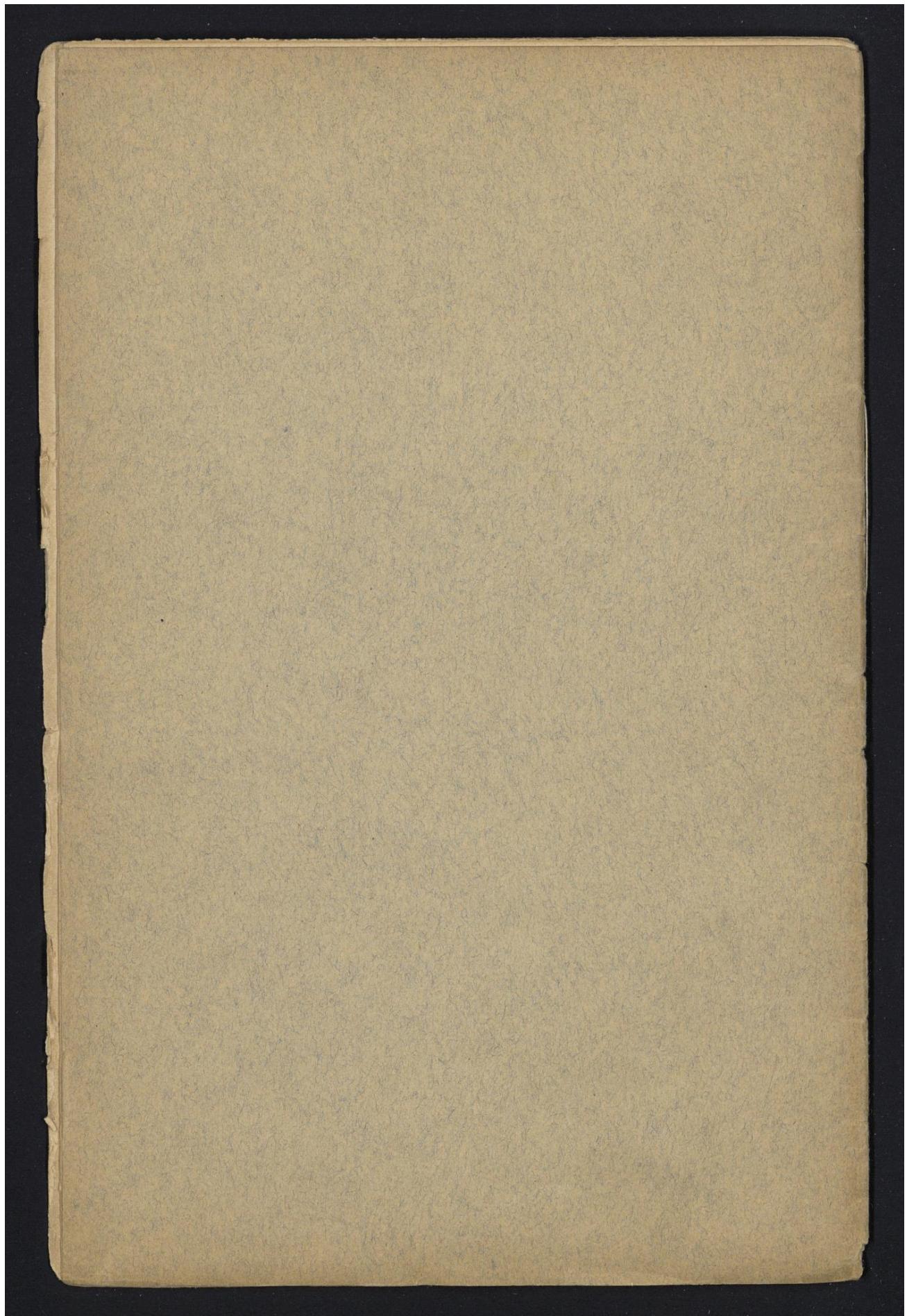
Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



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



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



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