

## 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>
<b>LISTE DES VOLUMES</b>	
	<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>
<b>VOLUME TÉLÉCHARGÉ</b>	
	<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>
	<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° 6 - Tome I (1905-1906)</a>
Adresse	Paris ; Liège : Librairie Polytechnique Ch. Béranger, éditeur, 1923
Collation	1 vol. (24 p.-1 p. de pl.) : tabl., graph ; 25 cm
Nombre de vues	29
Cote	CNAM-BIB P 1329-A (6)
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) Génie industriel -- 20e siècle
Thématique(s)	Histoire du Cnam
Typologie	Revue
Note	2eme tirage
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.6">https://cnum.cnam.fr/redir?P1329-A.6</a>

P1329-A

80 Ky 107 (102)

BULLETIN  
DU  
**LABORATOIRE D'ESSAIS**

MÉCANIQUES, PHYSIQUES, CHIMIQUES ET DE MACHINES

DU  
CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

N° 6. — Tome I (1905-1906).

NOTES SUR QUELQUES ESSAIS  
MÉCANIQUES ET VISCOSIMÉTRIQUES  
D'HUILES MINÉRALES OU VÉGÉTALES

PAR

PIERRE BREUIL

Chef de la Section des Métaux du Laboratoire d'essais

PARIS & LIÉGE  
LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE CH. BÉRANGER

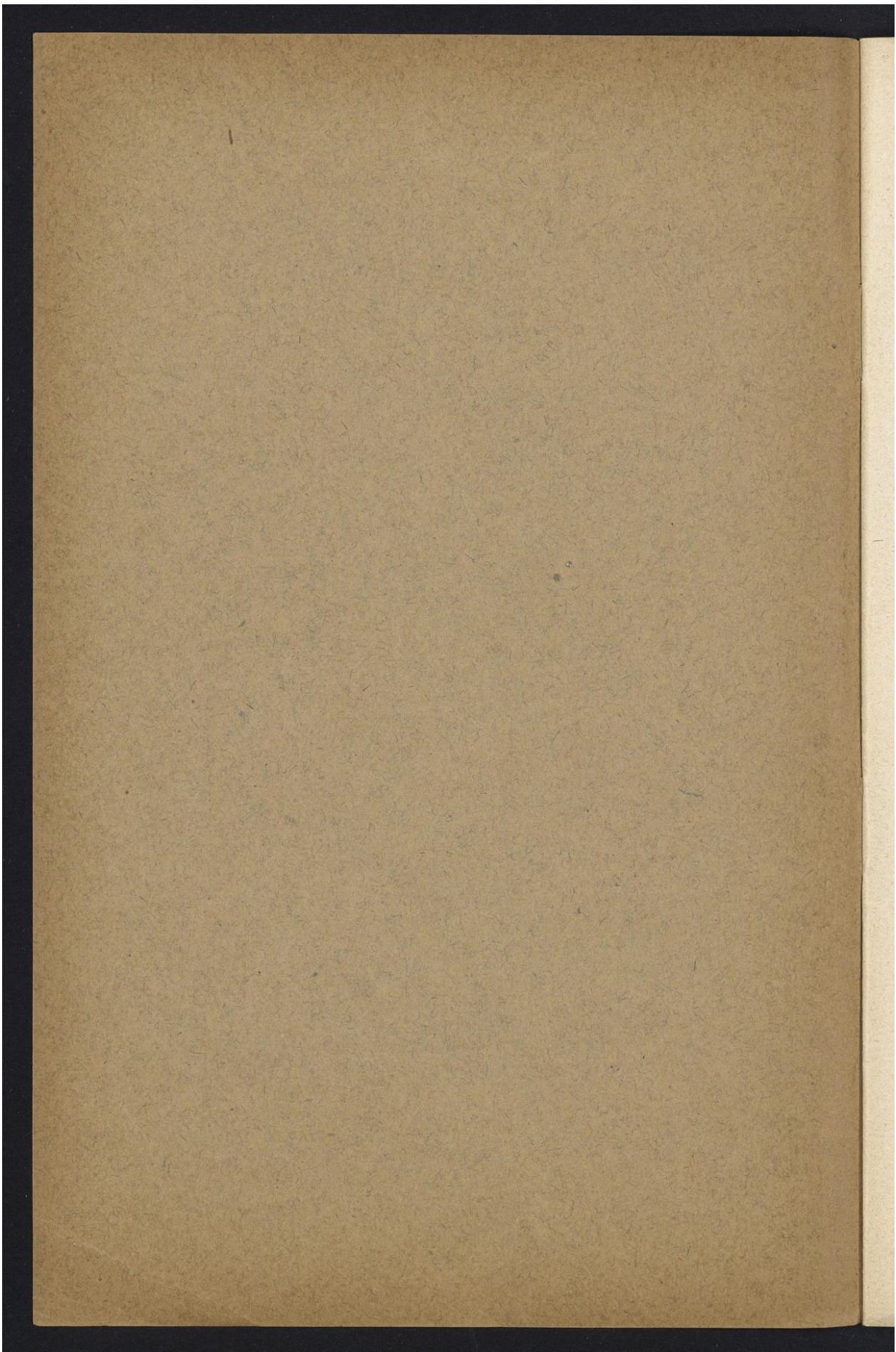
PARIS, 15, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15

LIÉGE, 8, RUE DES DOMINICAINS, 8

—  
1923

(Deuxième tirage)

Tous droits réservés



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

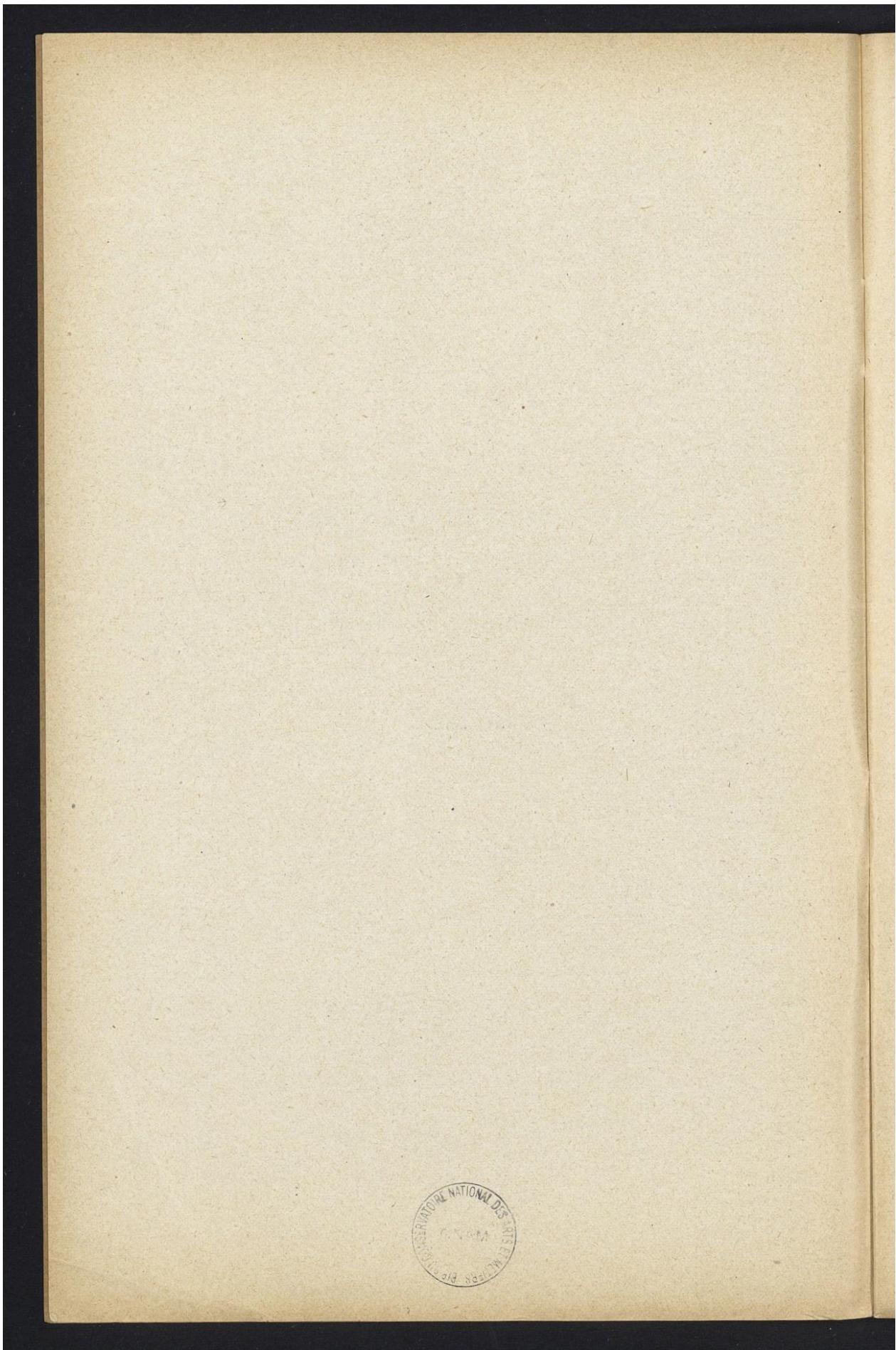
80 Km 107 (192)

NOTES SUR QUELQUES ESSAIS  
MÉCANIQUES ET VISCOSIMÉTRIQUES  
D'HUILES MINÉRALES OU VÉGÉTALES

PAR

**PIERRE BREUIL**

Chef de la Section des Métaux du Laboratoire d'essais



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

## NOTES SUR QUELQUES ESSAIS

MÉCANIQUES ET VISCOSIMÉTRIQUES

D'HUILES MINÉRALES OU VÉGÉTALES<sup>(1)</sup>

PAR

**PIERRE BREUIL**

Chef de la Section des Métaux du Laboratoire d'essais

Les genres d'essais effectués sur les lubrifiants sont extrêmement nombreux et fort bien conçus parfois ; la littérature pour la majeure partie d'entre eux est considérable et nous n'avons pas l'intention d'en donner ici même une idée. Mais si les essais chimiques ou physiques sur les lubrifiants abondent, il n'en est pas de même pour leurs essais mécaniques ; la chose se comprend d'elle-même, ces derniers, pour être un peu précis, nécessitent en effet l'emploi de mécanismes opératoires délicats et coûteux.

Il a été établi cependant de nombreux types de machines pour résoudre le problème de l'expérimentation mécanique des corps gras, peu d'entre eux ont survécu, leur placement ayant été vraisemblablement difficile, et pour se documenter sur cette question le lecteur fera bien de lire une série d'articles très intéressants publiés par M. Maglin en 1897 et 1898 dans la *Revue Mécanique*, ou l'ouvrage de Léonard Archbutt et Mountford Deeley (traduit en français par M. Gustave Richard).

Le Laboratoire du Conservatoire national des Arts et Métiers de France, pénétré de l'importance que pouvaient avoir ces essais mécaniques des lubrifiants a fait l'acquisition d'une machine système Martens qui permet de déterminer (avec des constantes malheureusement trop limitées quoique commodes) le coefficient de frottement des huiles de graissage dans différentes conditions de température, de vitesse et de pression.

Il n'est pas difficile de comprendre que rien ne vaut, pour l'appréciation d'un produit graissant, une méthode d'expérimentation qui se rapproche le plus

Le Laboratoire d'essais ne prend pas la responsabilité des opinions scientifiques techniques soutenues par ses collaborateurs.

(1) Ce travail a été présenté au Congrès du Pétrole tenu à Liège en juin 1905.

possible des conditions dans lesquelles ce produit sera utilisé. Nous ne dénions pas cependant l'intérêt des essais usuels de densité, d'inflammabilité, de viscosité, etc., qui sont souvent le complément indispensable des essais mécaniques, mais si ces essais permettent d'exclure sans commentaires, lors d'une réception par exemple, des produits qui différeront d'un produit type, il est plus important et plus rationnel de savoir si les produits ainsi éliminés étaient mauvais pour le but visé, et de combien.

Le véritable critérium pour l'élimination d'un produit lors d'une réception devrait être la constatation de l'infériorité du produit étudié en vue du but industriel à atteindre.

Nous parlons ici uniquement des huiles de graissage pour mouvements à froid ou soumis à des températures ne dépassant pas 100°.

#### Description de la machine Martens

La machine Martens que possède le Laboratoire et dont on pourra lire la description détaillée dans les *Mitteilungen aus den Königlichen technischen Versuchsanstalten* de Berlin (1888), comprend un solide bâti vertical portant deux paliers dans lesquels tourne un arbre. Cet arbre est muni à l'une de ses extrémités d'une pièce rapportée qui est terminée par une fusée en acier trempé, rectifiée, polie de 100 mm. de diamètre et de 70 mm. de longueur. Sur cette fusée s'appliquent des coussinets placés dans une boîte spéciale mobile, portant à son extrémité inférieure une fourche terminée par un long levier sur lequel peut coulisser un poids. L'huile à essayer lubrifie la fusée. Quand cette fusée est mise en rotation elle réagit sur l'huile, qui à son tour réagit sur les coussinets ; comme ces derniers sont encastrés dans la boîte, celle-ci tend donc à être déviée par rapport à la verticale exactement comme le frein de Prony universellement connu.

La boîte pendulaire dévie donc d'une quantité qui est fonction du frottement s'exerçant entre les coussinets et la fusée par l'intermédiaire de l'huile. Si maintenant nous connaissons la pression qui applique les coussinets sur la fusée, et la déviation pendulaire par rapport à la verticale, nous sommes en mesure de déterminer le coefficient de frottement du lubrifiant au moyen de formules qui, pour la simplicité, ne se différencient pas de celle du frein de Prony.

On fait varier la pression sur les coussinets et on la mesure d'une façon très élégante. Thurston qui avait imaginé une machine du genre de celle qui nous occupe faisait exercer sur les coussinets l'action d'un ressort taré. Pour de fortes pressions il faut de gros ressorts qui n'ont peut-être pas la sensibilité requise. Goodmann et bien d'autres employaient des poids marqués appuyés sur un coussinet ne couvrant que la moitié de la fusée, et qui constituaient des impedimenta encombrants. Carpenter emploie une balance pour la mesure des pressions. Martens qui a toujours été l'ardent préconisateur des boîtes hydrauliques de mesure, les a appliquées à sa machine. Une boîte de mesure comprend une cavité remplie d'eau et fermée par un diaphragme en caoutchouc par exemple ;

cette cavité est en relation avec un manomètre. Si l'on exerce une pression sur le diaphragme, l'eau n'étant pas compressible transmet immédiatement sa pres-

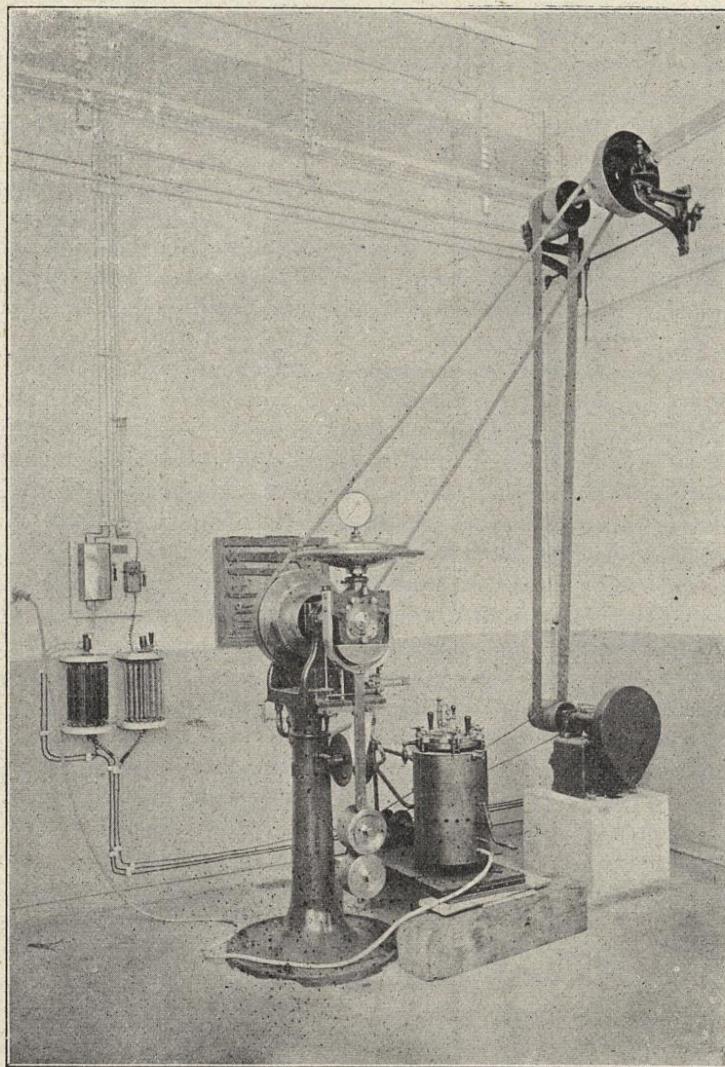


Figure 1.

sion au manomètre qui permet de la mesurer si l'on connaît ce qui est facile, la surface pressée.

La boîte à eau de la machine à essayer les huiles de Martens, machine qui

n'est d'ailleurs qu'une modification heureuse de celle de Napoli, est placée sur la boîte pendulaire et s'y visse : mais entre son diaphragme et le coussinet supérieur de la boîte pendulaire est placée une tige à longueur invariable appuyant sur ce diaphragme et ce coussinet. Quand on oblige ces deux pièces à se rapprocher en visant l'écrou de la boîte dans la tête pendulaire, on comprime la tige et on développe une même pression sur le coussinet et sur le diaphragme ; en mesurant la pression manométrique il est possible de connaître la pression totale développée sur les coussinets de la machine par suite celle par unité de section de ces coussinets.

La pression, comme on le sait et comme on pourra en juger plus loin, n'est pas le seul facteur important du frottement ; la vitesse de rotation est non moins importante. Pour la faire varier à volonté il suffit de se servir du cône à trois étages monté sur l'arbre de la machine et qui correspond à un cône inverse d'une transmission qu'actionne un moteur en dérivation de quatre chevaux monté sous 440 volts (voir fig. 1).

Enfin, une autre facteur de première importance pour le frottement est la température. Nous sommes en mesure de la faire varier depuis les valeurs au-dessous de la normale jusqu'à 100°. A cet effet la fusée de la machine est creuse ainsi que son arbre ; un tube central est enfilé dans l'arbre creux et il est possible d'y introduire de la vapeur par exemple. C'est là le dispositif adopté par Martens, mais nous n'avons pu l'utiliser ; le Laboratoire n'a pas, en effet, de chaudière à proximité de la machine.

Nous avons créé un petit dispositif spécial consistant en un autoclave dans lequel se trouve enfermée de l'huile n'émettant des vapeurs que vers 150° et pouvant supporter des températures de — 10° sans se congeler ; cette huile est réchauffée par une rampe à gaz qui la porte facilement à 150° ; elle est puisée par une petite pompe rotative qui la refoule dans la fusée creuse de la machine, celle-ci est donc réchauffée et réchauffe à son tour l'huile à expérimenter.

Pour obtenir de basses températures on se sert d'un serpentin plongé dans l'huile de l'autoclave et dans lequel on peut détendre de l'acide carbonique liquide ; la même huile sert donc à faire le chaud et le froid. Nous avons d'ailleurs renoncé à l'acide carbonique à cause de son coût trop élevé : des mélanges réfrigérants ont été utilisés et se sont bien comportés.

Pour plus de détails sur cette machine nous renvoyons le lecteur à la source précitée, nous ne l'avons décrite aussi amplement que pour en montrer la grande simplicité, ce qui, à notre avis, en fait la valeur par rapport à des mécanismes similaires plus compliqués.

Ajoutons que le graissage avec les coussinets en deux parties embrassant complètement la fusée s'est montré un peu trop différent de ce qui se passe dans la pratique où, généralement, un arbre n'a de poussée que sur une partie des coussinets (côté de la courroie par exemple ; or, dans notre machine les deux coussinets sont sollicités tous deux simultanément contre la fusée d'où échauffement double pour une même surface de rayonnement ; les huiles essayées avec ce dispositif y sont donc soumises à des essais très durs et s'échauffent trop rapide-

ment à notre avis. Nous sommes actuellement en train d'étudier une modification de la machine pour parer à ce léger inconvénient. D'ailleurs nous disposons d'une deuxième boîte pendulaire qui sert à essayer les métaux pour frottements et qui comprend trois petits coussinets couvrant chacun seulement 20 mm. de largeur sur la fusée et dans ce cas le bas de la fusée baigne dans l'huile lubrifiante, d'où graissage surabondant et possibilité d'atteindre des pressions plus élevées que dans le montage des coussinets précédents qui comportent les pattes d'araignée ordinaires. Nous pouvons, bien entendu, utiliser ce montage pour l'essai des huiles.

D'autres modifications sont également prévues à la machine. On pourra notamment essayer le graissage avec des bagues, des mèches, etc., etc...

Disons tout de suite que l'on peut exercer avec la machine des pressions de 150 kilogrammes par centimètre carré et atteindre des vitesses linéaires de 5 mètres par seconde. Ces vitesses, qui évidemment ne cadrent pas avec ces pressions, sont aujourd'hui atteintes et même quadruplées dans les arbres des turbines à vapeur marchant avec de petites pressions bien entendu ; nous ne pourrons pas apporter sur cette question de documents précis personnels, mais on lira avec profit un magistral mémoire de M. Lasche (Zeitschrift des Vereines deutscher Ingénieurs 13, 18, 27 décembre 1902) sur ce sujet.

Abstraction faite des restrictions précédentes, il n'en reste pas moins que la machine du Laboratoire peut différencier les huiles qu'on lui confie et établir les constantes de ces huiles par rapport à des huiles types réputées bonnes, ce qui représente la grande majorité des essais que visent les industriels. D'ailleurs il n'est pas possible, avec une machine quelle qu'elle soit, de réaliser tous les cas de graissage de la pratique, les organes moteurs étant la diversité même ; il faut se contenter d'un mécanisme qui se rapproche le plus possible du cas général et ne pas lui demander autre chose que ce qu'il peut donner, tout comme on ne saurait, en toute conscience, conclure d'un essai sur une petite éprouvette métallique pour toute une charpente fabriquée avec le métal qui a fourni l'éprouvette.

#### **Quelques résultats d'essais obtenus avec la machine**

Les essais que nous avons faits avec notre machine sont déjà très nombreux, nous n'en décrirons que quelques-uns pour ne pas inutilement allonger cette note. Nous procédons généralement comme suit :

1<sup>o</sup> Nous établissons dans une première série d'essais, à trois vitesses ou plus, les pressions maxima que peuvent supporter les lubrifiants ; les pressions se succèdent rapidement et nous arrêtons l'essai dès que le pendule de la machine oscille avec de grandes amplitudes et de brusques saccades, ce qui signifie que le graissage commence à se faire mal.

2<sup>o</sup> Cette première série d'essais nous ayant fixé sur les pressions maxima possibles pour les huiles, nous adoptons pour les mêmes vitesses que ci-dessus (qui

sont par exemple 0 m. 50, 1 mètre, 2 mètres par seconde), des pressions qui soient par exemple 1/4, 1/2, 3/4 des pressions maxima supportées dans les précédents essais et en maintenant une pression et une vitesse constantes nous mettons la machine en marche et relevons toutes les 5 ou 10 minutes : 1<sup>o</sup> l'accroissement de la température ; 2<sup>o</sup> la variation du coefficient de frottement ; 3<sup>o</sup> la quantité d'huile consommée. Pour cette dernière mesure nous plaçons l'huile dans un flacon muni d'un robinet à la base et disposé sur le plateau d'une balance et faisons écouler l'huile de façon que son niveau reste toujours constant dans le godet graisseur de la machine ; de cette façon celle-ci ne prend que juste la quantité d'huile qui correspond aux conditions de son fonctionnement. Des pesées faites à temps déterminés nous donnent les dépenses d'huile.

Ces essais que nous avons qualifiés d'essais d'*endurance* et que nous n'avons vu exécuter nulle part, même par Martens, sont donc de véritables essais pratiques ; le facteur le plus important, à notre avis, de ces essais est la température qui, comme chacun le sait, est le criterium prépondérant pour la marche d'un organe de frottement. M. Lasche a établi d'une façon complète et précise quelles étaient les relations entre les températures des coussinets, la nature des huiles et les formes et dimensions des paliers, nous renverrons nos lecteurs à son travail (déjà cité plus haut) et retiendrons ici seulement que la température des paliers, résultant de leurs conditions de fonctionnement et d'établissement, est la question la plus intéressante à envisager, car elle règle les questions de bonne marche des mécanismes et de consommation de lubrifiant qui sont les deux soucis de l'industriel.

Notre but, en exécutant ces essais d'*endurance*, a été de donner, dans des conditions aussi rapprochées que possible des conditions de la pratique, les températures de régime des huiles. On verra plus loin, en effet, qu'il arrive un moment où l'accroissement de température pour une pression et une vitesse données, devient très faible avec le temps, la température se fixe, cela prouve que les quantités de chaleur émanant du frottement sont égales à celles rayonnées ou perdues de façon quelconque par la machine ; celle-ci pourrait marcher indéfiniment sans que sa température s'élève c'est justement ce qui importe à l'industriel.

Comme on le verra, ces températures de régime varient avec la pression et la vitesse, et il arrive que pour certaines pressions et certaines vitesses, les températures de régime sont très élevées et parfois ne peuvent être établies ; cela montre qu'on a trop demandé à l'huile et c'est précisément ces limites de pression et de vitesse que nous sommes en mesure de définir avec notre machine.

Nous croyons que ce mode opératoire a une supériorité marquée sur celui de Thurston par exemple qui consistait à prendre une quantité d'huile donnée, à la faire affluer dans la machine, à faire fonctionner celle-ci jusqu'à grippement et à déduire, du temps nécessaire pour cela, la valeur du lubrifiant.

Nous avons réuni dans la planche ci-jointe une série de courbes qui ont été établies de la façon suivante, d'après les résultats d'essais de notre mécanisme : nous avions à déterminer l'influence exercée par l'adjonction de quantités

variables d'un produit que nous appellerons B sur la valeur du frottement d'oléonaphtes du commerce. Nous avons cherché d'abord en faisant varier les pourcentages de ce produit quel était celui qui convenait le mieux au point de vue de la pression supportée et de la faiblesse du coefficient de frottement.

A cet effet, deux oléonaphtes A et D additionnés de ce produit ont été essayés avec le premier mode opératoire c'est-à-dire à trois vitesses (0 m. 50, 1 m., 2 m.) et à des pressions croissantes ; on pourra voir par les courbes de la planche :

1<sup>o</sup> Que les deux oléonaphtes purs ont des courbes de frottement du même genre mais cependant différentes ;

2<sup>o</sup> Que l'adjonction du produit B fait baisser le coefficient de frottement et la température dans le cas des deux huiles ;

3<sup>o</sup> Que c'est à 20 % pour l'oléonaphte A et 30 % pour l'oléonaphte D que l'adjonction du produit B paraît produire les effets les plus avantageux, les pressions maxima supportées étant satisfaisantes et les accroissements de température très faibles par rapport aux huiles naturelles ;

4<sup>o</sup> Si l'on ajoute à D plus de 50 % du produit B (on n'a pas fait cet essai pour A) les pressions supportées par le mélange sont faibles et pour 80 % elles deviennent insuffisantes. Cela s'explique par l'examen des courbes de frottement du produit B pur qui, comme on peut en juger, n'est nullement un produit lubrifiant, ce qui n'empêche pas que sa présence dans les deux oléonaphtes soit favorable dans certaines conditions surtout sur l'élévation de température, point particulièrement visé par l'inventeur.

Nous ferons remarquer l'allure analogue de toutes les courbes dans tous les cas ; ces courbes, déjà signalées par Martens, ont un minimum, c'est-à-dire que le coefficient de frottement d'une huile diminue avec la pression puis se relève, mais se relève beaucoup plus vite qu'il ne baisse, dans la première partie de la courbe ; la deuxième branche de la courbe correspond au graissage défectueux.

Il faut signaler que les températures ne progressent pas de la même façon pour les diverses courbes d'une même huile, les coefficients pour les mêmes pressions en étant affectés devraient être, par suite, corrigés davantage pour les grandes vitesses que pour les petites. Cependant d'une façon générale, on peut dire en se basant sur la forme d'hyperboles équilatères qu'ont les courbes jusqu'à leur minimum, que le coefficient de frottement varie d'une façon inversement proportionnelle à la pression ; nous ne ferons d'ailleurs qu'énoncer à nouveau une loi démontrée par Martens, Bauchamp-Tower, Stribeck, Georges Dittmar (voir P. Breuil, *Génie Civil*, 13 décembre 1902, pages 105 à 107, etc.), si  $P$  est la pression,  $\mu$  le coefficient du frottement on a donc  $P\mu = \text{constante}$ .

On peut également conclure de ces courbes avec Dittmar et Stribeck que  $\mu$  est proportionnel à la racine carrée de la vitesse ; l'examen des tableaux de chiffres relatant les essais d'endurance ci-joints nous permet également de confirmer pour les vitesses et les pressions élevées l'exactitude de la troisième loi énoncée par Dittmar pour les pressions faibles à savoir que  $\mu$  est à peu près inversement proportionnel à la température (pour une pression et une vitesse données).

Il y a lieu de remarquer la forme particulière du commencement des courbes des coefficients pour des quantités un peu grandes du produit B, ces courbes ont un maximum, qui se retrouve aussi bien pour l'oléonaphte A que pour l'oléonaphte D et ne peut être attribué qu'à la présence de quantité notable du produit B, car les deux oléonaphtes n'ont rien d'aussi net ; en outre ce point singulier ne se produit pas pour la vitesse de 2 mètres.

### Essais d'endurance

#### HUILE D SEULE

Vitesse 2 mètres par seconde

Temps de marche	Coefficients de frottement	Températures		Huile employée	Observations
		Coussinet gauche	Coussinet droit		
a) Pression de 10 k, 4 par cm <sup>2</sup>					
0 m	0,015	20°,0	20°,0	0 gram.	
2	0,011	38 ,0	39 ,0	12	Température extérieure 17°.
7	0,0069	49 ,0	50 ,0	27	
12	0,0060	55 ,0	55 ,0	37	
17	0,0054	60 ,0	60 ,0	55	
23	0,0048	65 ,0	64 ,0	67	
28	0,0045	66 ,0	67 ,0	77	
b) Pression de 20 k, 4 par cm <sup>2</sup>					
0 m	0,010	25°,0	25°,0	0 gram.	Température extérieure 17°.
5	0,0080	47 ,0	47 ,0	22	
10	0,0060	59 ,0	58 ,5	39	
15	0,0050	66 ,5	56 ,0	51	
c) Pression de 30 k, 4 par cm <sup>2</sup>					
0 m	0,08	30°	30°	"	
5	Machine bloquée				

Vitesse 1 mètre par seconde

Temps de marche	Coefficients de frottement	Températures		Huile employée	Observations
		Coussinet gauche	Coussinet droit		
a) Pression de 10 k, 4 par cm <sup>2</sup>					
0 m	0,015	20°,0	20°,0	0 gr.	Température extérieure 18°
5	0,0071	34°,0	33°,5	20	
10	0,0063	39°,0	38°,5	30	
20	0,0054	46°,0	46°,0	52	
35	0,0048	50°,5	50°,5	95	
50	0,0045	53°,0	53°,0	130	
1 h 05	0,0042	55°,0	54°,5	170	
1 h 20	0,0039	57°,0	57°,0	215	
1 h 35	0,0039	58°,0	57°,5	260	
1 h 50	0,0039	58°,5	58°,5	310	
b) Pression de 20 k, 4 par cm <sup>2</sup>					
0 m	0,0090	25°,0	25°,0	0 gr.	Température extérieure 18°
5	0,0070	40°,5	40°,0	20	
10	0,0054	48°,0	47°,5	35	
15	0,0050	51°,0	51°,0	42	
20	0,0046	53°,5	53°,5	64	
25	0,0040	56°,5	57°,0	72	
30	0,0038	58°,5	59°,0	95	
35	0,0036	60°,0	60°,0	117	
50	0,0038	64°,0	64°,5	162	
1 h 05	0,0050	68°,0	68°,0	207	
c) Pression de 30 k, 4 par cm <sup>2</sup>					
0 m	0,070	20°,0	20°,0	0 gr.	Température extérieure 18°
5	0,045	41°,0	41°,0	30	
10	0,038	49°,0	49°,0	40	Grandes oscillations

Temps de marche	Coefficients de frottement	Températures		Huile employée	Observations
		Coussinet gauche	Coussinet droit		
15	0,035	56 ,0	56 ,0	50	Grandes oscillations
20	0,033	61 ,0	61 ,0	73	—
25	0,033	64 ,5	65 ,0	84	—
28	Machine bloquée				

Vitesse 0 m. 50 par seconde

a) Pression de 10 k. 4 par cm<sup>2</sup>

0 m	0,011	21° ,0	21° ,5	0 gr.	Température extérieure 18°
5	0,0078	27 ,0	27 ,0	22	
10	0,0072	29 ,5	30 ,0	38	
15	0,0061	31 ,5	32 ,0	58	
30	0,0051	35 ,5	36 ,0	90	
45	0,0045	39 ,0	39 ,5	100	
60	0,0045	40 ,0	41 ,0	130	
1 h 15	0,0042	42 ,5	43 ,0	143	
1 30	0,0042	43 ,0	43 ,0	173	

b) Pression de 20 k. 4 par cm<sup>2</sup>

0 m	0,0090	19° ,0	19° ,0	0 gr.	Température extérieure 18°
5	0,0072	28 ,0	28 ,0	20	
10	0,0062	32 ,5	33 ,0	35	
20	0,0054	37 ,0	37 ,0	42	
35	0,0046	41 ,0	41 ,0	99	
50	0,0044	44 ,0	44 ,0	121	
1 h 05	0,0038	46 ,0	46 ,0	165	
1 20	0,0040	47 ,0	47 ,5	182	
1 35	0,0038	48 ,0	48 ,0	219	
1 50	0,0038	49 ,0	49 ,0	249	
2 05	0,0037	51 ,0	51 ,0	265	
2 35	0,0044	52 ,0	52 ,0	321	

Temps de marche	Coefficients de frottement	Températures		Huile employée	Observations
		Coussinet gauche	Coussinet droit		
c) Pression de 30 k. 4 par cm <sup>2</sup>					
0 m	0,0050	25°,0	25°,0	0 gr.	Température extérieure 19°
5	0,0040	35°,0	35°,0	25	
10	0,0035	39°,5	39°,5	29	
15	0,0034	42°,0	42°,0	44	
30	0,0034	49°,0	49°,0	66	
45	0,0040	57°,5	57°,5	81	
60	0,0050	67°,0	67°,0	117	
HUILE D AVEC 10 0/0 DE PRODUIT B					
Vitesse 2 mètres par seconde					
a) Pression 10 k. 4 par cm <sup>2</sup>					
0 m	0,0071	29°,0	30°,0	0 gr.	Température extérieure 21°
5	0,0063	38°,0	38°,0	40	
10	0,0048	47°,0	47°,5	53	
15	0,0045	52°,0	52°,0	85	
20	0,0042	55°,5	56°,0	103	
25	0,0036	59°,5	59°,4	143	
30	0,0033	63°,0	62°,5	188	
35	0,0033	63°,5	64°,0	217	
40	0,0030	65°,0	65°,0	250	
45	0,0030	67°,0	67°,0	295	
50	0,0030	68°,5	68°,0	335	
55	0,0030	69°,0	69°,0	370	
1 h 00	0,0027	69°,5	70°,0	393	Arrêt.
b) Pression 20 k. 4 par cm <sup>2</sup>					
0 m	0,0080	27°,0	26°,0	0 gr.	Température extérieure 18°
5	0,0056	45°,0	44°,0	23	

Temps de marche	Coefficients de frottement	Températures		Huile employée	Observations
		Coussinet gauche	Coussinet droit		
10	0,0046	55 , 0	55 , 0	55	
15	0,0040	61 , 0	61 , 0	100	
20	0,0040	66 , 5	66 , 5	130	
25	0,0040	69 , 5	70 , 0	163	Arrêt.

c) Pression 30 k. 4 par cm<sup>2</sup>

0 m	0,0047	30° , 0	30° , 0	0 gr.	Température
5	0,0040	47 , 5	47 , 5	37	extérieure 48°
Machine bloquée					

Vitesse 1 mètre par seconde

a) Pression de 10 k. 4 par cm<sup>2</sup>

0 m	0,0090	19° , 5	19° , 0	0 gr.	Température
5	0,0066	28 , 0	27 , 5	24	extérieure 48°
10	0,0051	34 , 5	34 , 5	44	
15	0,0045	37 , 0	37 , 0	66	
20	0,0042	39 , 0	39 , 5	83	
25	0,0039	40 , 5	41 , 0	94	
30	0,0036	42 , 0	42 , 0	111	
35	0,0036	44 , 0	44 , 0	131	
40	0,0036	45 , 0	45 , 0	146	
1 h 00	0,0033	47 , 5	47 , 5	186	
1 15	0,0033	49 , 0	49 , 0	226	
1 30	0,0033	50 , 5	50 , 0	259	
1 45	0,0033	51 , 0	51 , 0	294	Arrêt

b) Pression de 20 k. 4 par cm<sup>2</sup>

0 m	0,0068	23° , 0	23° , 0	0 gr.	Température
5	0,0050	35 , 5	36 , 0	18	extérieure 48°

Temps de marche	Coefficients de frottement	Températures		Huile employée	Observations
		Coussinet gauche	Coussinet droit		
10	0,0044	40 ,0	40 ,0	33	
15	0,0040	43 ,5	44 ,0	53	
20	0,0036	46 ,5	47 ,0	75	
25	0,0036	49 ,5	49 ,5	94	
30	0,0034	52 ,0	52 ,0	112	
45	0,0032	56 ,0	56 ,5	177	
60	0,0032	61 ,0	62 ,0	220	
1 h 15	0,0032	65 ,0	65 ,0	230	
1 25	0,0031	65 ,0	65 ,0	260	
1 50	0,0031	66 ,0	67 ,0	325	Arrêt

c) Pression de 30 k. 4 par cm<sup>2</sup>

0 m	0,0055	18°,0	18°,0	0 gr.	Température extérieure 17°,5
5	0,0040	34 ,0	33 ,5	40	
10	0,0035	41 ,0	40 ,5	45	
15	0,0050	50 ,0	50 ,0	76	
17	Machine bloquée			79	

Vitesse 0 m. 50 par seconde

a) Pression 10 k. 4 par cm<sup>2</sup>

0 m	0,0057	17°,0	17°,0	0 gr.	Température extérieure 17°
5	0,0051	21 ,0	21 ,0	24	
10	0,0045	22 ,5	23 ,0	32	
16	0,0043	24 ,5	24 ,5	38	
30	0,0039	28 ,0	28 ,5	55	
45	0,0036	31 ,0	31 ,0	103	
1 h 00	0,0034	32 ,5	33 ,0	125	
1 15	0,0033	34 ,0	34 ,5	153	
1 35	0,0033	35 ,0	35 ,5	173	
1 50	0,0030	35 ,5	36 ,0	195	



Temps de marche	Coefficients de frottement	Températures		Huile employée	Observations
		Coussinet gauche	Coussinet droit		
2 05	0,0030	36 ,0	36 ,5	198	
2 20	0,0030	36 ,0	36 ,5	220	Arrêt

b) *Pression 20 k. 4 par cm<sup>2</sup>*

0 m	0,0050	23°,0	23°,0	0 gr.	Température extérieure 17°
5	0,0042	28 ,0	28 ,0	27	
10	0,0040	30 ,5	31 ,0	39	
20	0,0034	35 ,5	36 ,0	62	
35	0,0034	37 ,5	38 ,0	80	
50	0,0032	39 ,5	40 ,5	107	
1 h 5	0,0030	42 ,0	42 ,5	132	
1 20	0,0030	43 ,0	43 ,5	152	
1 35	0,0030	44 ,0	44 ,5	175	
1 50	0,0030	45 ,0	45 ,0	212	Arrêt

c) *Pression 30 k. 4 par cm<sup>2</sup>*

0 m	0,0045	20°,0	20°,0	0 gr.	Température extérieure 18°
5	0,0036	25 ,0	25 ,5	8	
10	0,0032	29 ,5	30 ,0	25	
15	0,0030	33 ,0	33 ,5	30	
30	0,0029	41 ,0	41 ,5	58	
45	0,0041	47 ,0	47 ,5	107	
56	Machine bloquée			135	

Ainsi qu'il est dit ci-dessus, nous avons donné pour l'oléonaphte D additionné de 10 o/o de produit B ou pur les chiffres caractéristiques des essais d'endurance, de longs commentaires à leur sujet sont bien superflus après ce que nous avons expliqué plus haut ; on verra par l'examen des colonnes de chiffres qu'il y a une limite de pression et de vitesse pour la bonne utilisation de ces deux huiles, et l'addition du produit B a permis de changer favorablement les conditions de marche de l'oléonaphte D, tant au point de vue de l'échauffement que du coefficient de frottement.

La machine du laboratoire offre donc une réelle valeur pour la sélection des huiles ou la qualification des lubrifiants.

Avec elle nous avons pu établir d'autre part d'intéressantes solutions à certains problèmes. Ainsi il nous a été possible de montrer que pour les vitesses de 1 m., 2 m., 3 m. par seconde et les pressions de 12 et 25 kgr. par cmq., l'adjonction de 1/1000, 5/1000, 10/1000 de graphite floconneux à une huile russe, était sans influence appréciable sur tous les facteurs du frottement et cela contrairement à l'opinion contraire, actuellement très répandue. Cela ne veut pas dire qu'avec un autre organe de frottement (disque ou piston frottants) on n'arriverait pas à d'autres conclusions ; il y a prudence à ne pas être trop affirmatif dans ces questions délicates.

La machine a fait de nombreux essais pour qualifier divers métaux pour frottement (bronzes ou antifrictions de tous genres) et actuellement expérimente 15 métaux différents pour la même maison. Les essais dans ce cas sont absolument analogues à ceux ci-dessus, mais ici le métal varie au lieu que ce soit l'huile et de plus il nous est possible de déterminer l'usure des métaux étudiés, facteur nullement négligeable, et qui pour certains bronzes (bronze phosphoreux, par exemple) est quintuple de celle de bronzes ordinaires, ou décuple de celle des bronzes en plomb. Mais nous sortirions du cadre de cette étude en abordant ce problème dont la solution sera donnée ailleurs.

#### **Essais pratiques d'huiles de graissage à froid et essais viscosimétriques à chaud**

Nous aurions aimé à donner des chiffres comparatifs d'essais viscosimétriques des huiles étudiées ou d'autres, et d'essais de frottement effectués avec la machine, mais nous n'avons pas eu le temps de faire ces essais. Cependant nous en possédons une série qui, quoique différents des précédents, aideront à fixer un point important du graissage, celui de savoir ce que valent les huiles de graissage végétales par rapport aux huiles minérales aux températures ordinaires et élevées. Nous comptons ultérieurement établir avec la machine la valeur respective de ces huiles.

M. Chabal, ingénieur en chef du matériel et de la traction de la Compagnie P.-L.-M. a fait connaître à ce sujet d'importantes conclusions résultant d'essais faits par la Compagnie P.-L.-M. sur des véhicules ordinaires d'après une méthode irréprochable et dans des conditions qu'on trouvera dans sa note au Congrès de mécanique de 1900. Voici les résultats de ces essais exécutés avec des coussinets régulés (à 5,58 o/o de cuivre, 83,33 o/o d'étain, 11,11 o/o d'antimoine) ; nous exprimons le seul regret de n'avoir pas de valeurs chiffrées de ces essais.

« 1<sup>o</sup> L'huile de colza schistée et l'huile de colza pure paraissent équivalentes ;

« 2<sup>o</sup> L'huile minérale provenant de la distillation des huiles de naphte natu-

« relles de Russie est nettement inférieure à l'huile de colza schistée (cette huile est additionnée de 10 o/o de schiste pour qu'elle conserve sa capillarité aux basses températures). Les mélanges de cette huile minérale avec l'huile de colza donnent des résultats intermédiaires. Pour des trains de 18 houillers à pleine charge (300 tonnes) roulant à des vitesses de 27 à 42 kilomètres à l'heure, l'excès de résistance par rapport à l'huile de colza schistée est, avec coussinets régulés, de :

« 15 o/o pour l'huile minérale pure ;

« 13 o/o pour le mélange de 75 o/o d'huile minérale et 25 o/o d'huile de colza ;

« 7 o/o pour le mélange de 50 o/o d'huile minérale et 50 o/o d'huile de colza ;

« 3 o/o pour le mélange de 25 o/o d'huile minérale et 75 o/o d'huile de colza ;

« L'huile minérale schistée à 20 o/o donne dans les mêmes trains des résistances supérieures de 7 à 8 o/o à celles que donne l'huile de colza schistée à 10 o/o.

« Avec de l'huile de colza schistée à 10 o/o telle qu'elle est dans les boîtes de véhicules non visitées depuis au moins dix mois et par conséquent avec des tampons graisseurs ayant au moins dix mois de service, on a dans les mêmes trains des résistances supérieures de 6 o/o à celles que donne l'huile schistée à 10 o/o neuve.

« D'expériences faites sur des véhicules en service pendant des parcours de près de 8.000 kilomètres, il résulte d'autre part que, pour des véhicules identiques, la dépense kilométrique en grammes est, en été, plus faible de 20 o/o environ avec l'huile de colza qu'avec l'huile minérale ; on n'a pas fait d'essais analogues en hiver et il semble à première vue que dans cette saison l'huile minérale perdant beaucoup de sa fluidité doit donner moins de dépense, mais il est bien probable qu'alors la température des boîtes graissées à l'huile minérale s'élève suffisamment pour que celle-ci redevienne assez fluide pour monter dans les mèches des tampons graisseurs et que de ce fait on doit dépenser autant.

« Enfin des essais faits en vue de déterminer l'aptitude qu'ont les huiles diverses à monter plus ou moins facilement dans les mèches des tampons et qui ont abouti à la suppression des tampons en coton et à l'adoption des tampons en laine, il est résulté que l'huile de colza monte beaucoup plus facilement que l'huile minérale à la température de 20 degrés et toutes autres conditions égales, une mèche débite de trois fois à douze fois plus d'huile de colza que d'huile minérale et à zéro degré elle ne monte autant dire plus d'huile minérale du tout. Sans être fixé sur la quantité d'huile montée nécessaire à un bon graissage de fusée, il paraît assez naturel d'attribuer à cette plus grande facilité d'ascension en même temps qu'à ses meilleures qualités lubrifiantes la supériorité de l'huile de colza et de se défier d'huiles qui à 0° ne peuvent monter qu'à la condition que la boîte reste constamment tiède ».

Ces conclusions, terribles pour les huiles minérales, en raison de la précision des essais et de la haute valeur de leur rapporteur, n'ont comme contre-partie que la faible chance que la Compagnie P.-L.-M. ait eu affaire à une mauvaise huile minérale ou du moins, moins bonne que celles qu'on fabrique aujourd'hui, où elles sont parfois remarquables par leur fluidité et leurs corps ; d'autre part les huiles de colza ont l'inconvénient de s'altérer sous l'influence de l'humidité. Cette action, admirablement mise en évidence par MM. Vandereyym, ingénieur du contrôle de la Compagnie P.-L.-M. et Reynaud, contrôleur principal, procède de la même façon qu'une fermentation ; il existe une fermentation oléique comme une fermentation lactique ou vinique et du même coup le remède à l'altération qui en est la conséquence a été trouvé par ces Messieurs, il a consisté à ajouter un antiseptique à l'huile mise en service ; 1 o/o de créosote, contenant des phénols lourds, est le quantum suffisant pour faire durer trois fois plus les huiles de colza de graissage qui sont devenues de ce fait les concurrentes redoutable des oléonaphtes.

#### Essais viscosimétriques à chaud

Que valent d'autre part les huiles minérales par rapport aux huiles végétales pour le graissage à chaud ?

Pour aborder cette question nous avons eu la bonne fortune de pouvoir expérimenter comparativement au point de vue de la viscosité à différentes températures, à froid et à chaud, des huiles de colza de graissage pures ou additionnées de différents produits et deux huiles minérales utilisées dans l'automobilisme pour le graissage des cylindres.

Les colzas pour graissage à chaud des cylindres à vapeur sont additionnés de graisse de palmiste par la Compagnie P.-L. M., est-ce une bonne opération ? les résultats suivants répondent à cette question.

L'appareil qui a servi à nos essais viscosimétriques était un appareil du genre Chercheffsky (voir Chercheffsky, *Analyse des corps gras et cires*, chez Bailly). Il consistait en deux cuves cylindriques ayant le même axe ; dans la petite était placée l'huile à essayer, entre les deux de l'huile chauffée par une rampe à gaz servait à réchauffer le cylindre intérieur. Sur le fond de celui-ci était vissé un petit ajutage portant un canal de 1 mm. de diamètre par lequel s'écoulait l'huile à essayer et qu'obturait un petit pointeau manœuvré de l'extérieur. Un thermomètre plongé dans l'huile à essayer servait à la détermination de la température, un tube de niveau réalisait un niveau constant du bain d'huile.

On chauffait lentement et on laissait écouler l'huile pendant une minute (ou plusieurs quand l'huile était visqueuse) à des températures données ; la quantité d'huile éoulée pouvait qualifier la fluidité à ces températures.

M. Chercheffsky mesure le volume de l'huile éoulée, mais ce volume variant avec la température exige que sa détermination soit faite au moyen d'une

Tableau I. — Essais viscosimétriques d'un colza.

Température d'essai	Huile sans aucune addition			Même huile avec 4,0 % de palmiste			Même huile avec 16,0 % de palmiste			Même huile avec 2,5, 0 % de parafine		
	Quantité d'huile éconduite dans une minute $\frac{q}{q}$	Viscosité $\frac{100}{q}$		Température	$\frac{100}{q}$		$q$	$\frac{100}{q}$		Température	$\frac{100}{q}$	
		Température	$q$		Température	$q$		Température	$q$		Température	$q$
25°	0 gr. 57	175	26°, 5	0 gr. 54	496	28°	0 gr. 52	492	29	43, 6	49°-50	0 gr. 50
32°-33°	1 50	34°-36°	1 70	46	48	2 0	50	41°-52°	2	29	49°-50	1 92
45-47	2 01	43, 5	46-48	46	48	2 0	50	41°-52°	2	29	49°-50	52, 0
53-55	2 19											
65-67	2 83	60-62	2 50	60	62	2 50	60	62	61	63	64-63	2 82
75-77	3 50	28, 6	77-79	3 45	28, 9	86-87	3 28	30, 5	81	83	81-83	3 92
84-86	3 75											
98-100	4 80	20, 8	100-103	5 40	19, 6	400-103	5 39	48, 5	401-102	5 00	401-102	5 00
110-112	5 98	110-113	5 55	110	113	5 55	110	113	111	112	111-112	6 00
120-123	6 40	45, 6	120-124	5 90	16, 9	122	6 45	45, 5				
139-141	7 78	139-141	7 75	139	141	7 75	139	141	140	142	141-142	6 00
150-154	9 30	41, 8	155	8 35	41, 8	150-154	40 09	9, 47	151-152	9 08	151-152	9 08
160-164	10 60											
171-172	11 05											
180	11 40	8, 7	180	10 70	9, 44	179-180	11 38	8, 78	181	11 00	181	9, 09
191-192	12 15											
198-199	13 40	7, 4	200	11 40	8, 80	200-198	12 20	8, 40	195	11 78	195	8, 4

éprouvette graduée portée à la température qu'avait le bain lors de l'écoulement de l'huile, nous préférerons les pesées qui sont indépendantes de cette température. Nous appelons viscosité le rapport  $\frac{100}{q}$   $q$  étant le poids en grammes d'huile écoulé dans chaque essai. En une seule opération de chauffage, comme on voit, on peut étudier la viscosité d'une huile à diverses températures. Remarquons que dans le cours d'une mesure la température n'était pas immuablement constante mais elle variait peu, par suite elle n'affectait que peu la quantité réelle d'huile qui se serait écoulée si la température était restée constante.

Nous donnons tous nos résultats tels que nous les avons obtenus avec notre appareil ; ils n'ont rien de sensationnel et cadrent avec ceux déjà signalés par la Compagnie de l'Est (voir Maglin, *loc. cit.*), ils n'ont comme particularité que celle d'avoir été poussés jusqu'à  $200^{\circ}$  au lieu de  $100^{\circ}$  comme l'avaient été les précédents ; or  $200^{\circ}$  est une température importante, c'est celle des cylindres à vapeur de locomotives.

Il résulte de ces essais que la fluidité d'une huile augmente considérablement avec la température, il se débite vingt-cinq fois plus d'huile à  $200^{\circ}$  qu'à  $25^{\circ}$  pour l'huile expérimentée. D'autre part le palmistage est pour ainsi dire sans action.

Une autre huile de colza brute essayée dans les mêmes conditions a amené aux mêmes conclusions.

Tableau II

Huile naturelle			Même huile avec 4 0/0 de palmiste (acidité = 0,6)			Même huile avec 5 0/0 de gomme Para		
Température d'essai	Quantité écoulée dans une minute $q$	Viscosité $\frac{100}{q}$	Température	$q$	$\frac{100}{q}$	Température	$q$	$\frac{100}{q}$
27°	0 gr., 60	167	24°	0 gr., 50	200	31°	0 g., 37	273
35-37°	1 , 68		36-37°	1 , 67	59			
50-52	2 , 27	44	51-54	2 , 73	36,3	51-54°	1 , 55	64,5
65,5-67°	2 , 97							
79-80	3 , 32	30,1				81-83	2 , 45	41,3
101-102	4 , 90	20,4				100-102	2 , 96	33,7
110-112	6 , 02		115-117	6 , 66	15,0			
123	6 , 24	15,8				121,5-123	3 , 73	26,8
141	7 , 36		131-131,5	9 , 4	10,1	131-132	3 , 07	19,7
161	9 , 1	10,9						
180-181	12 , 35	8,90				174	6 , 00	16,6
198	13 , 32	7,50	19°-200	13 , 50	7,4	200-201	8 , 98	11,4

Voici les résultats d'une autre huile décolza de deuxième extraction provenant du traitement des tourteaux par le sulfure de carbone, elle a été essayée naturelle, avec 4 o/o de palmiste et avec 5 o/o de gomme Para dissoute en elle ; sa densité à l'état naturel était de 0,9194 et son acidité de 0,20 (V. tableau II, p. 21).

Comme on peut le voir le palmistage n'apporte aucun changement à la viscosité de cette huile comme pour les précédentes, il a en outre l'inconvénient de les acidifier, propriété funeste, car on sait que les acides gras libres des huiles végétales ou animales sont une cause de destruction des organes de frottement (tiroirs, tables des cylindres) par corrosion.

Nous attirons l'attention sur l'influence bienfaisante exercée par l'addition de 5 o/o de caoutchouc brut Para dans l'huile précédente. Pour opérer cette addition nous avons ajouté à l'huile un peu chaude 10 o/o d'une solution de caoutchouc à 50 o/o dans la benzine ; après agitation la benzine s'évapore et l'huile devient très limpide. Cette opération se fait sans difficultés et par cette addition, comme on le voit, on relève la viscosité de l'huile de colza au point de la doubler. Nous n'inventons rien d'ailleurs, Holde (1) essayant une huile contenant 2 o/o de caoutchouc trouva que sa viscosité déterminée au viscosimètre d'Engler avait augmenté de 21,2 à 117 ; ces mélanges pourraient tout aussi bien être entrepris avec des huiles minérales.

Avant de quitter le groupe des colzas, les rivaux industriels des huiles minérales, il nous a paru intéressant d'essayer une huile de ce genre fortement altérée par l'usage et une huile de ravison également altérée. La première avait une densité de 0,9460 et une acidité de 4,55, la deuxième une densité de 0,960 et une acidité de 12,0. Tous les deux étaient très visqueuses à froid ; elles

Tableau III

Huile de colza altérée			Huile de ravison altérée		
Température d'essai	Poids d'huile écoulé dans une minute <i>q</i>	Viscosité $\frac{100}{q}$	Température	<i>q</i>	$\frac{100}{q}$
23°	0 gr ,05	2000	27°5	0 gr ,02	5000
52-55	0 ,80	125	56-58	0 ,50	200
76-78	1 ,23	81,3	81-83	0 ,94	106
99,9-101	1 ,87	53,4	101-104	1 ,46	75,3
125-126	2 ,47	40,5	131-134,5	2 ,20	45,4
145	3 ,45	28,9	151-153	3 ,00	33,3
158	3 ,98	25,4	183	4 ,00	25
195-197	6 ,60	15,4			
199 200	7 ,00	14,3	200	4 ,65	21,5

(1) *Die Untersuchung der Schmiermittel.*

n'auraient pu ni alimenter des mèches, ni couler des graisseurs et leur essai est purement documentaire (Tableau III).

On a constaté dans l'essai de ces échantillons qu'entre 100 et 145° pour le colza et 100 et 155° pour le ravison il y avait dégagement de vapeurs qui nous paraissaient provenir de l'eau d'addition qui se dégage difficilement par suite de la viscosité des huiles. Cela produit une émulsion dans les gouttes qui s'écoulent du tube capillaire, émulsion qu'on retrouve dans le cas des huiles minérales dont il est question ci-après. Les conditions d'écoulement sont changées dans ce cas et le viscosimètre n'est plus l'instrument qui convient pour qualifier les huiles de graissage.

Les huiles minérales que nous avons essayées au viscosimètre étaient des huiles russes, la première avait comme densité 0,910, nous n'avons pas déterminé la densité de la deuxième. Les résultats sont les suivants :

Tableau IV

Première huile minérale			Deuxième huile minérale		
Température	Poids d'huile écoulée dans une minute <i>q</i>	Viscosité $\frac{100}{q}$	Température	<i>q</i>	$\frac{100}{q}$
23°	0 gr., 012	860	25°	0 gr., 137	730
50	1 ,70	59	58-59	3 ,10	31,4
100	4 ,1	24,4	100	5 ,50	48,0
125	6 ,03	16,5			
130	8 ,15	12,2	130	7 ,3	13,7
140	9 ,61	10,3			
143	8 ,60	Erronée			

Ces huiles qui, aux températures ordinaires, ont plus de viscosité que les colzas perdent leur supériorité au delà de 100°, enfin émettent des vapeurs l'une à 143°, l'autre à 130° et ne sont plus qualifiables par le viscosimètre. Comment ces huiles se comportent-elles dans un moteur à gaz, dans un cylindre à vapeur, voilà ce qu'il serait intéressant autant que difficile de rechercher, mais très vraisemblablement les colzas gardent là une supériorité qui les fait maintenir, purs ou en mélange avec les oléonaphtes par certaines compagnies de chemins de fer malgré les désavantages dus à leur acidité.

Enfin pour terminer ce trop long aperçu comparatif des huiles de graissage à chaud au point de vue viscosimétrique nous citerons quelques essais de viscosité faits sur l'huile de lin, la glycérine et l'eau naturelle ; voici les chiffres obtenus (Voir tableau V page suivante).

Comme on peut en juger, l'huile de lin fraîche n'a pas autant de viscosité que les précédentes huiles, la glycérine a deux fois moins de viscosité que ces

huiles et l'eau a une viscosité croissante, peu cependant, probablement à cause des vapeurs émises dès  $70^{\circ}$ .

Tableau V

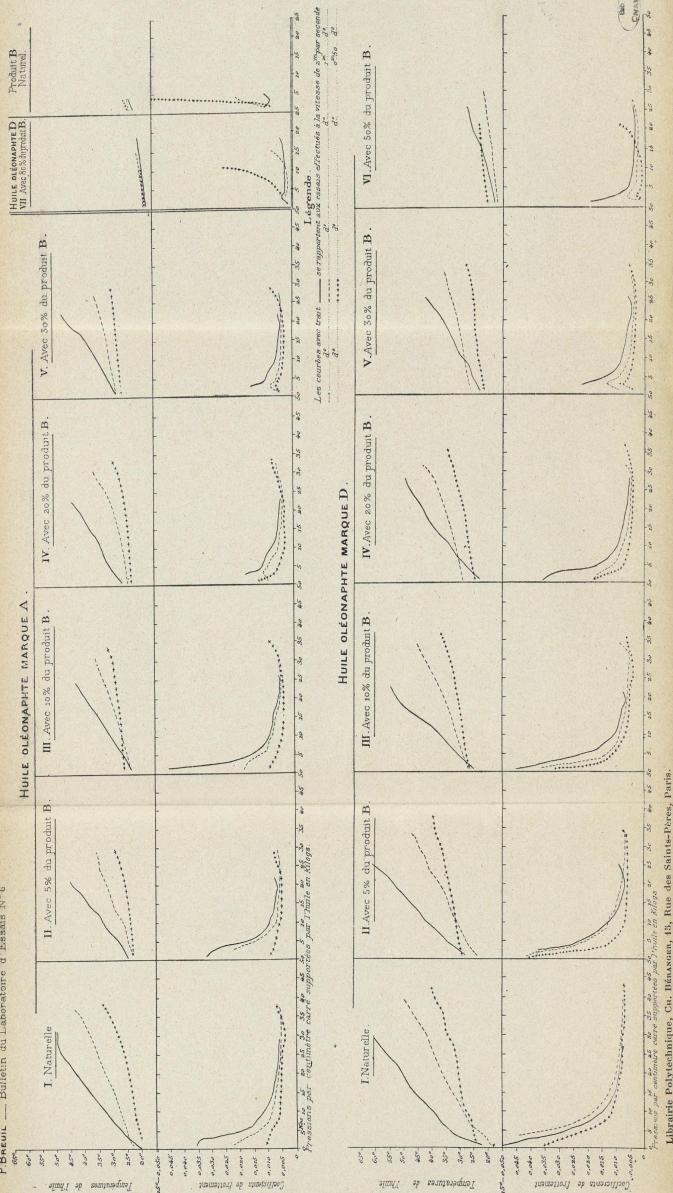
Huile de lin fraîche			Glycérine pure			Eau naturelle		
Température	Quantité d'huile écoulée dans une minute $q$	Viscosité $\frac{100}{q}$	Température	$q$	$\frac{100}{q}$	Température	$q$	$\frac{100}{q}$
33°,5	1 gr., 25	80	27°	0 gr., 51	243	23°	30 g. 18	3,3
50-52	2 ,45	28,9	51-52	6 ,50	22,2			
60-62	3 ,90	25,7	71-72	6 ,60	15,1	69	29 ,4	3,4
82-85	5 ,67	17,6	85-86	7 ,60	10,2			
102-104	7 ,48	13,9	102-103	102-103	7,8	80-82	25 ,88	3,8
130-132	9 ,80	10,2	121-122	121-122	5,4	96-100	21, 4	4,6
160-162	11 ,98	8,3	151-152	151-152	Ebullition			

D'ailleurs il faut bien reconnaître que les essais au viscosimètre, quoique intéressants ne sauraient qualifier aussi bien les lubrifiants que la machine qui a été décrite dans la première partie de cette note. C'est bien ce qui nous a donné l'idée de la discuter si amplement. On ne peut exécuter les essais au viscosimètre commodément, du moins on l'a fait ainsi jusqu'à présent (exception faite pour Pétroff) qu'à la pression atmosphérique. En outre, il y a deux phases dans l'écoulement des huiles par le tube capillaire, la phase des gouttes, et celle de l'écoulement continu ; dans la première, la sortie du liquide à travers le tube est fonction de la viscosité de l'huile et vraisemblablement de la tension superficielle de celle-ci qui retarde l'écoulement ; c'est ce qui n'a pas lieu dans la seconde. Cependant le viscosimètre reste un instrument de valeur, il donne au moins une idée de la façon dont les huiles peuvent couler des organes distributeurs et ce n'est pas là une question négligeable.

Il reste néanmoins à créer un organe d'essai à chaud réalisant autant que possible les phénomènes de la pratique ; dans son principe ce mécanisme devra comprendre un cylindre et un piston comme c'est le cas généralement pour les graissages à chaud, être alimenté par des huiles fluidifiées et mélangées avec de la vapeur ou des gaz chauds.

Il est facile d'imaginer superficiellement une machine de ce genre, c'est tout autre chose quand il s'agit de faire mouvoir le piston dans le cylindre à différentes vitesses et différentes pressions, sans troubler la mesure du frottement par l'intervention du mécanisme de déplacement du piston. Nous réfléchissons à ce problème depuis longtemps et ne désespérons pas d'y apporter une solution satisfaisante.

• 1 •



Librairie Polytechnique, Cu. BÉANGER, 43, Rue des Saints-Pères, Paris.

**LIBRAIRIE POLYTECHNIQUE CH. BÉRANGER**  
PARIS, RUE DES SAINTS-PÈRES, 15. — LIEGE, RUE DES DOMINICAINS, 8

BULLETIN DU LABORATOIRE D'ESSAIS

MÉCANIQUES, PHYSIQUES, CHIMIQUES ET DE MACHINES

DU

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

*Le Bulletin n'est pas périodique, il paraît par fascicules détachés*

**Organisation et outillage du laboratoire d'essais.**

N° 1. Le laboratoire d'essais mécaniques, physiques, chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers, son organisation, son outillage, par A. PÉROT, directeur du Laboratoire. 1 brochure in-8° . . . . . Épuisé

**Rapport du Congrès de Berlin, juin 1903.**

N° 2. Extrait du rapport de mission donnée au chef de la section des matériaux de construction au Congrès de chimie de Berlin (juin 1903). — I. Laboratoires d'essais. — II. Fabrication du ciment par fours rotatifs. Description de deux usines. — III. Filtre Beeth. — IV. Essais de ciment de fours rotatifs. — V. Sur un procédé simple et rapide permettant de différencier une chaux grasse d'une chaux hydraulique, par E. LEDUC, chef de la section des matériaux de construction au laboratoire d'essais. Une brochure in-8°, contenant des figures dans le texte et 4 planches hors texte . . . . . 4 fr.

**Action de l'eau de mer sur les mortiers.**

N° 3. Action de l'eau de mer sur les mortiers, par E. LEDUC, chef de la section des matériaux de construction. Une brochure in-8° . . . . . 1 fr. 50

**Métaux ferreux.**

N° 4. Contribution à l'étude des relations qui existent entre les effets des sollicitations lentes et ceux des sollicitations vives dans le cas des métaux ferreux (barreaux lisses et barreaux entaillés), par P. BREUIL, chef de la section des métaux du laboratoire d'essais. 1 brochure in-8° . . . . . 12 fr.

**Nouveau système de longueurs d'ondes étalons.**

N° 5. Rapport sur la nécessité d'établir un nouveau système de longueur d'ondes étalons, présenté au nom de la Société française de Physique au Congrès international de physique de l'Exposition de Saint-Louis, par A. PÉROT et FABRY. 1 brochure in-8° . . . . . 0 fr. 75

**Essais des huiles de pétrole.**

N° 6. Essais mécaniques des huiles de pétrole ou autres, effectués au laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers, par P. BREUIL. Une brochure in-8° avec figures et tableaux d'essais (*deuxième tirage*) . . . . . 2 fr. 70

**Perte de chaleur des enveloppes calorifuges.**

N° 7. Manière de mesurer les pertes de chaleur des enveloppes calorifuges. Quelques résultats d'essais faits au Laboratoire par BOYER-GUILLON, chef de la section des machines et MM. AUCLAIR et LAEDLEIN, assistants. Une brochure in-8° avec deux planches . . . . . 2 fr.

**Essais des compteurs d'eau.**

N° 8. Essais des compteurs d'eau, par A. PEROT, directeur du Laboratoire d'essais et H. MICHEL-LEVY, assistant . . . . . Épuise

**Valeurs comparatives des trois étalons lumineux.**

N° 9. Rapport sur les valeurs comparatives des trois étalons à flammes : Carcel, Hefner, Vernon-Harcourt, par A. PEROT, directeur du Laboratoire d'essais et P. JANET, directeur du Laboratoire central d'Electricité . . . . . 0 fr. 75

**Sur la constitution intime des calcaires.**

N° 10. Sur la constitution intime des calcaires, par E. LEDUC, chef de la section des matériaux de construction au Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers, avec 4 planches et 38 tableaux . . . . . 20 fr

**Essais sur le plâtre.**

N° 11. Essais sur le plâtre, par E. LEDUC, chef de la section des matériaux de construction au Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers, et Maurice PELLET, ingénieur-agronome . . . . . 1 fr. 50

**Mesure de la puissance utile des voitures automobiles.**

N° 12. Examen critique de quelques méthodes de mesure de la puissance utile des voitures automobiles, par J. AUCLAIR, assistant au Laboratoire d'essais . . . . . 1 fr. 50

**Essais sur le silico-calcaire.**

N° 13. Essais sur le silico-calcaire, par E. LEDUC, chef de la Section des matériaux de construction au Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers et Ch. de la Roche, ingénieur civil . . . . . 13 fr.

**Essais de torsion.**

N° 14. Essais de torsion, par Pierre BREUIL, chef de la Section des métaux du Laboratoire d'essais, avec une planche . . . . . 1 fr. 75

**Jaugeages des gros débits.**

N° 15. Jaugeages des gros débits, par MM. BOYER-GUILLON, chef de la Section des machines, AUGLAIR et LAEDLEIN, assistants . . . . . 5 fr. 25

**Essais d'huiles usagées.**

N° 16. Essais d'huiles usagées, par MM. P. SABATIÉ, chef de la Section des métaux, et PELLET, assistant de la Section de chimie du Laboratoire d'essais du Conservatoire national des Arts et Métiers, avec 6 planches . . . . . 2 fr. 25

**Etude sur les essais chimiques des verres.**

N° 17. Etude sur les essais chimiques des verres, par Ch. GRIFFITHS, ex-préparateur du Cours de Métallurgie et Travail des Métaux, chef de la Section de Chimie au Laboratoire d'essais du Conservatoire National des Arts et Métiers . . . . . 3 fr.

**Essais de dureté des corps.**

N° 18. Essais de dureté des corps et des métaux en particulier au moyen du scléro-mètre, par J. SERVAIS, assistant au Laboratoire d'essais . . . . . 4 fr.

**Dispositif dynanométrique et fragilité des tôles d'acier doux.**

N° 19. Note sur la fragilité des tôles d'acier doux provoquée par le moulage transversal des champs, par SABATIÉ, chef du Service des essais de métaux du Laboratoire d'essais . . . . . 2 fr.

**Variations de la hauteur de rebondissement d'un mouton.**

N° 20. Note sur les variations de la hauteur de rebondissement d'un mouton en fonction du nombre de chocs, par G. DROUILLARD, Assistant au Service des Essais de Métaux . . . . . 1 fr.

LAVAL. — IMPRIMERIE BARNÉOUD.