

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

1- [Le Conservatoire numérique](#) communément appelé [le Cnum](#) constitue une base de données, produite par le Conservatoire national des arts et métiers et protégée au sens des articles L341-1 et suivants du code de la propriété intellectuelle. La conception graphique du présent site a été réalisée par Eclydre (www.eclydre.fr).

2- Les contenus accessibles sur le site du Cnum sont majoritairement des reproductions numériques d'œuvres tombées dans le domaine public, provenant des collections patrimoniales imprimées du Cnam.

Leur réutilisation s'inscrit dans le cadre de la loi n° 78-753 du 17 juillet 1978 :

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr](#))
- la réutilisation commerciale de ces contenus doit faire l'objet d'une licence. Est entendue par réutilisation commerciale la revente de contenus sous forme de produits élaborés ou de fourniture de service.

3- Certains documents sont soumis à un régime de réutilisation particulier :

- les reproductions de documents protégés par le droit d'auteur, uniquement consultables dans l'enceinte de la bibliothèque centrale du Cnam. Ces reproductions ne peuvent être réutilisées, sauf dans le cadre de la copie privée, sans l'autorisation préalable du titulaire des droits.

4- Pour obtenir la reproduction numérique d'un document du Cnum en haute définition, contacter [cnum\(at\)cnam.fr](mailto:cnum(at)cnam.fr)

5- L'utilisateur s'engage à respecter les présentes conditions d'utilisation ainsi que la législation en vigueur. En cas de non respect de ces dispositions, il est notamment passible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

NOTICE DE LA REVUE	
Auteur(s) ou collectivité(s)	Union des ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers # Association des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers
Auteur(s)	Union des ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers (France) # Association des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers (France)
Titre	Bulletin de l'Union des ingénieurs et de l'Association des anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers
Adresse	Paris : [Union des ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers] : [Association des anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers], 1952-1962
Nombre de volumes	65
Cote	CNAM-BIB 8 Ky 103-D
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) -- Périodiques Génie industriel -- 20e siècle -- Périodiques
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8KY103-D
LISTE DES VOLUMES	N°1. Janvier-Février 1952
	N°2. Mars-Avril 1952
	N°3. Mai-Juin 1952
	N°4. Juillet-Août 1952
	N°6. Novembre-Décembre 1952
	N°7. Janvier-Février 1953
	N°8. Mars-Avril 1953
	N°9. Mai-Juin 1953
	N°10. Juillet-Août 1953
	N°11. Septembre-Octobre 1953
	N°12. Novembre-Décembre 1953
	N°13. Janvier-Février 1954
	N°14. Mars-Avril 1954
	N°15. Mai-Juin 1954
	N°16. Juillet-Août 1954
	N°17. Septembre-Octobre 1954
	N°18. Novembre-Décembre 1954
	N°19. Janvier-Février 1955
	N°20 Mars-Avril 1955
	N°21. Mai-Juin 1955
	N°22. Juillet-Août 1955
	N°23. Septembre-Octobre 1955
	N°24. Novembre-Décembre 1955
	N°25. Janvier-Février 1956
	N°26. Mars-Avril 1956
	N°27. Mai-Juin 1956

	N°28. Juillet-Août 1956
	N°29. Septembre-Octobre 1956
	N°30. Novembre-Décembre 1956
	N°31. Janvier-Février 1957
	N°32. Mars-Avril 1957
	N°33. Mai-Juin 1957
	N°34. Juillet-Août 1957
	N°35. Septembre-Octobre 1957
	N°36. Novembre-Décembre 1957
	N°37. Janvier-Février 1958
	N°38. Mars-Avril 1958
	N°39. Mai-Juin 1958
	N°40. Juillet-Août 1958
	N°41. Septembre-Octobre 1958
	N°42. Novembre-Décembre 1958
	N°43. Janvier-Février 1959
	N°44. Mars-Avril 1959
	N°45. Mai-Juin 1959
	N°46. Juillet-Août 1959
	N°47. Septembre-Octobre 1959
	N°48. Novembre-Décembre 1959
	N°49. Janvier-Février 1960
	N°50. Mars-Avril 1960
	N°51. Mai-Juin 1960
	N°52. Juillet-Août 1960
	N°53. Septembre-Octobre 1960
	N°54. Novembre-Décembre 1960
	N°55. Janvier-Février 1961
	N°56. Mars-Avril 1961
	N°57. Mai-Juin 1961
	N°58. Juillet-Août 1961
	N°59. Septembre-Octobre 1961
	N°60. Novembre-Décembre 1961
	N°61. Janvier-Février 1962
	N°62. Mars-Avril 1962
	N°63. Mai-Juin 1962
	N°64. Juillet-Août 1962
	N°65. Septembre-Octobre 1962
	N°66. Novembre-Décembre 1962

NOTICE DU VOLUME	
Auteur(s) volume	Union des ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers (France) # Association des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers (France)
Titre	Bulletin de l'Union des ingénieurs et de l'Association des anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers
Volume	N°6. Novembre-Décembre 1952

Adresse	Paris : [Union des ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers] : [Association des anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers], 1952
Collation	1 vol. (18 p.) ; 24 cm
Nombre de vues	24
Cote	CNAM-BIB 8 Ky 103-D (5)
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) -- Périodiques Génie industriel -- 20e siècle -- Périodiques
Thématique(s)	Histoire du Cnam
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	22/02/2022
Date de génération du PDF	08/01/2024
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8KY103-D.5

Note de présentation des revues des associations des élèves du Cnam

Le 7 mai 1908, les statuts de la Société des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers sont votés. Cette société a pour objectif d'être, d'une part, un intermédiaire entre les auditeurs et les professionnels et d'autre part, d'aider les auditeurs à combler leurs lacunes, en donnant par exemple des cours préparatoires ou en proposant un [Bulletin de la Société des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers](#). Celui-ci est rédigé par des professeurs du Cnam et des professionnels et propose de nombreux articles couvrant un large spectre des recherches scientifiques et techniques de l'époque.

En 1924, la Société des ingénieurs, élèves diplômés, brevetés et techniciens supérieurs du Conservatoire national des arts et métiers voit également le jour au sein du Cnam. Celle-ci s'intéresse avant tout à faire connaître les élèves diplômés et a à cœur leurs intérêts professionnels. Elle propose sa propre publication, le [Bulletin trimestriel de la Société des ingénieurs, élèves diplômés, brevetés et techniciens supérieurs du Conservatoire national des arts et métiers](#) où la vie de l'association et certaines activités Cnam sont présentées ainsi que quelques travaux.

En 1928, ces deux Sociétés, ayant des objectifs semblables, décident de conjuguer leurs efforts en s'unissant pour former la nouvelle Société des anciens élèves et ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers. L'année suivante leurs deux publications respectives vont elles aussi fusionner et ainsi donner naissance à la [Revue de la Société des anciens élèves et ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers](#). Avant tout tournée vers la vie de la société la première année, elle s'étoffe dès 1930 pour mettre en avant des avancées scientifiques et techniques et les équipes de recherches du Cnam. Paraît également dans ces années-là le [Bulletin mensuel de la Société des anciens élèves et ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers](#), publication de quelques pages informant les auditeurs sur la vie de la Société.

L'union de ces deux sociétés ne semble pas satisfaire tout le monde puisque dès 1930 l'Union des ingénieurs du Conservatoire national des arts et métiers voit le jour. En 1942, l'Association des élèves et anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers (créée en 1908) reprend du service en s'émancipant de la Société créée en 1928.

Après une longue période sans parution le [Bulletin de l'Union des ingénieurs et de l'Association des anciens élèves du Conservatoire national des arts et métiers](#) voit le jour, né de la collaboration de l'Union des ingénieurs et de l'Association des élèves et anciens élèves. Organe de liaison entre les deux Sociétés, le Cnam et les auditeurs, il informe ces derniers des manifestations et cours proposés, mais est aussi un instrument pour faire connaître les travaux des ingénieurs et anciens élèves à la communauté scientifique.

Julie Sautel
Direction des bibliothèques et de la documentation, Cnam

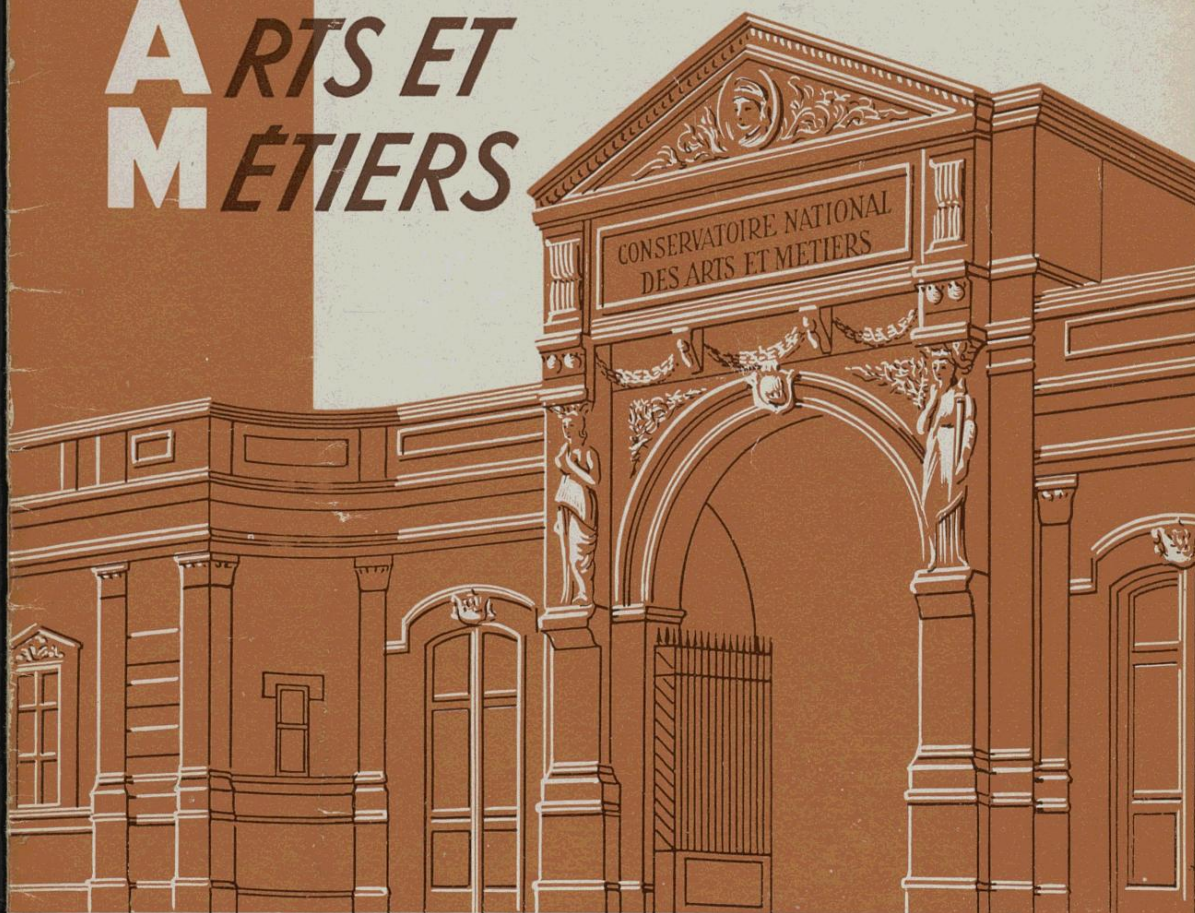
179

ing. Lept. Oct 8^e Ky 103-D



BULLETIN DE L'UNION
DES INGÉNIEURS
ET DE L'ASSOCIATION
DES ANCIENS ÉLÈVES DU

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIER



BI-MESTRIEL — N° 6 — NOVEMBRE-DECEMBRE 1952

AUBERT & DUVAL

41, RUE DE VILLIERS
NEUILLY-SUR-SEINE

ACIÉRIE DES ANCIZES

ACIERS SPÉCIAUX





**imposez SILENCE
A VOS ENGRENAGES !**
et préservez leur denture
avec **STAP 567**
**PEINTURE PLASTIQUE
ET LUBRIFIANTE**
s'appliquant à froid
NOTICES ET RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE

SOCIÉTÉ DES PRODUITS	HOUGHTON	7, Rue Ampère PUTEAUX (SEINE)
USINES à PUTEAUX (Seine) et MARSEILLE (B-d-R) • DÉPÔTS à ALGER, CASABLANCA, CASTRES, CLUSES, LAVELANET, UMOGES, LYON, NANCY, NANTES, ORAN, ROUBAIX, SAINT-ÉTIENNE, THIERS, TUNIS.		

Maurice GUILLEMEAU - Ingénieur Métallurgiste 1937

LIVRES TECHNIQUES ET PROFESSIONNELS de tous les Editeurs

Catalogue gratuit sur demande

LIBRAIRIE DES SCIENCES
GIRARDOT & C^{IE}

Société à Responsabilité limitée au Capital de 228.000 francs
27, Quai des Grands-Augustins - PARIS (6^e)
MAGASIN VERT

Téléphone : ODEon 60-54

C.C.P. PARIS 1760-73



FOURS ÉLECTRIQUES
ÉTABLISSEMENTS OSWALD ET MACÉ
CONSTRUCTEURS

S A. R. L. au Capital de 1.000.000 francs

81, rue Broca et 40, rue Pascal — PARIS

Téléphone : PORT-ROYAL 38-41

INDUSTRIE



INDUSTRIE

ÉLECTRO-MÉCANIQUE
ET
MATIÈRES PLASTIQUES

ERMONT (s.a.r.l.)
AVENUE MARGUERITE
TÉL 942 EAUBONNE

- CONSEILS POUR L'EMPLOI DES DIVERSES MATIÈRES PLASTIQUES
- ÉTUDE DES MOULES
- ÉTUDE DES PROTOTYPES
- FABRICATION DE SÉRIES

APPLICATIONS TECHNIQUES
A
TOUTES BRANCHES DE L'INDUSTRIE
BUREAU D'ÉTUDES SPÉCIALISÉ EN
PHYSIQUE INDUSTRIELLE

OUTILLAGE SAREX

2 bis, rue de Montsouris

(près Porte d'Orléans)

PARIS (14^e) GOB. 66-17 et 18

BARREAUX TRAITÉS SAREX

à 11 % de cobalt

Outils coupants

TARAUDS RECTIFIÉS S. K. F.

en acier rapide et acier
spécial suédois rectifiés

*Tous outils de précision —
— et de métiers de qualité*

STOCK IMPORTANT



Maison Fondée en 1820
Anc^{nt} SOCIÉTÉ FRANÇAISE des MUNITIONS de Chasse, de Tir et de Guerre
50, RUE AMPÈRE — PARIS - XVII^e

TOUTES LES MUNITIONS DE CHASSE ET DE TIR

DETONATEURS et ALLUMEURS ÉLECTRIQUES
pour Mines et Carrières

PETARDS DE SIGNALISATION
pour Voies Ferrées

FEUTRE INDUSTRIEL de LAINE et de POILS

OUTILLAGE DE PRECISION

en Acier et Carbure de Tungstène

**ACCOUPLLEMENT
ÉLASTIQUE**



Flex-Hol
A SPHERES DE CAOUTCHOUC

- * La plus grande flexibilité.
- * Le plus grand déplacement angulaire.
- * Pour toutes puissances.
- * Silencieux et antivibrant.
- * Fonctionnant à sec.
- * Dimensions réduites.
- * Montage et démontage simplifiés.



ROBERT POUILLÉ & C^{LE}
INGÉNIEUR CONSTRUCTEUR A. - ET - M.
71-73, RUE JEAN-JAURÈS — ARMENTIÈRES (Nord).



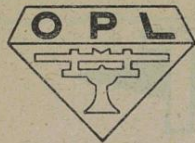
MAISON FONDÉE EN 1928
36, RUE ROCHECHOUART
PARIS - 9^e

TRUdaine 77.80 (3 lignes groupées)

" 1 "

La PLUS ANCIENNE et la MEILLEURE
PROTECTION et DÉTECTION
AUTOMATIQUE CONTRE L'INCENDIE

Documentation et devis gratuits
sur demande.



OPTIQUE ET PRÉCISION DE LEVALLOIS

Services commerciaux : 10, rue Auber Tél : OPEra 14-38

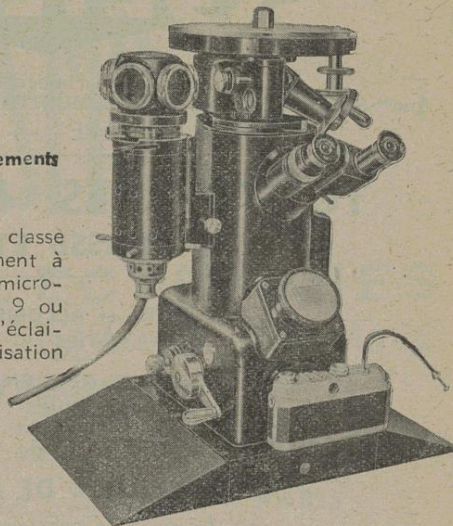
PHOTOMICROSCOPE UNIVERSEL O.P.L.

muni
de tous les derniers perfectionnements
mécaniques et optiques
de haute précision.

Le photomicroscope O.P.L., de classe internationale, convient parfaitement à tous les travaux de macro et micro-photographie sur format $6\frac{1}{2} \times 9$ ou 24×36 FOCA, qu'il s'agisse d'éclairage en fond clair, fond noir, polarisation ou contraste de phase.

Autres instruments opto-mécaniques

DIVISEUR OPTIQUE — LECTEUR MICROMÉTRIQUE pour Fraiseuse ou Aie-seuse — MICROSCOPE de CENTRAGE — SURFASCOPIES — CALIBRES PLAN en Verre — LUNETTES d'ALIGNEMENT
(Prix et notices sur demande)



*Le Condensateur
qui s'impose, pour toutes applications
Électroniques et Électriques*



S.I.C.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES CONDENSATEURS

Société Anonyme au Capital de 60.000.000 de Francs

95 à 107, R. de Bellevue, COLOMBES (Seine) - Tél.: CHA... 29-22

N° 6 — Novembre
Décembre 1952

Le numéro : 50 francs

BULLETIN DE L'UNION
DES INGENIEURS
ET DE L'ASSOCIATION
DES ANCIENS ÉLÈVES DU

CONSERVATOIRE
NATIONAL DES
ARTS ET
MÉTIER

292, rue St Martin — PARIS 3^e

SECRÉTARIAT DES PUBLICATIONS : 254, rue de Vaugirard
C. C. 6818-55 Paris — PARIS 15^e - VAU 56-90



SOMMAIRE

★

- Bienvenue 5
- Entretien du mouvement des pendules par
action électromagnétique directe, par Edouard
LEFRAND 7
- La vie de l'Union des Ingénieurs C.N.A.M. .. 15
- La vie de l'Association des Anciens Elèves
C.N.A.M. 17

— Les opinions émises dans ce Bulletin n'engagent que la personnalité de leur auteur —

★

Bienvenue...

Comme à chaque rentrée scolaire, 130 nouveaux membres sont venus augmenter les effectifs de nos Associations depuis les vacances. Nous sommes heureux de les accueillir et leur souhaitons de trouver dans nos différentes sections, les activités qui les intéressent. Si la division en sections est utile, elle ne doit pas gêner les contacts entre sections et chaque membre peut participer aux réunions, visites, conférences, organisées dans d'autres spécialités.

C'est le meilleur moyen de resserrer nos liens d'amitié.

LA REDACTION.

Bénéficiez des primes à la construction, allocation, dégrèvements, avec le

≡ **CRÉDIT MUTUEL DU BATIMENT** ≡

Société Anonyme - Capital 40.000.000 de francs entièrement versés
Fondée en 1937 par les Anciens Combattants du Bâtiment

POUR ACHETER, CONSTRUIRE, AMELIORER TOUTE HABITATION,
LOCAUX SOCIAUX, EDUCATIFS, HOSPITALIERS, etc...

CREDITS A DATE FERME :

Plusieurs MILLIARDS de Francs servis

C. M. B. — 35, BOULEVARD DES CAPUCINES — PARIS (2°)

**TOUT L'APPAREILLAGE INDUSTRIEL
BASSE-TENSION**

SITEL

COUPE-CIRCUIT JUSQU'A 800 A. ★ PARAFONDRES ★
TRANSFORMATEURS DE COURANT ★ INTERRUPTEURS
ET SECTIONNEURS ★ DISJONCTEURS JUSQU'A 12.500
A. ★ CONTACTEURS ★ COFFRETS COMBINES ET
CONTACTEURS-DISJONCTEURS DE GRANDE SERIE ★
ACCESSOIRES D'INSTALLATIONS ★ TABLEAUX BLINDES

TEL : 39.01

Usine de Saint-Quentin-Harly (AISNE)

Département Basse-Tension DELLE

Société Anonyme **I. DUMAIL**

Capital 85.414.500 francs

62, Rue du Louvre — **PARIS-2°**

SAID

TISSUS de COTON, blancs, teints et imprimés

Tissus spéciaux pour l'UNION FRANÇAISE

ENTRETIEN DU MOUVEMENT DES PENDULES PAR ACTION ÉLECTROMAGNÉTIQUE DIRECTE

par Edouard Lefrand

Professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers

Monsieur le Professeur Lefrand, infatigable chercheur, a conduit à bien de nombreux travaux inédits. Il s'est penché sur la théorie des champs tournants et sur quelques-unes des applications qui pourraient en découler. La présente étude est relative à une de ces applications : la mesure *continue* du temps.

INTERET DES PENDULES EN METROLOGIE.

De nombreuses mesures peuvent être effectuées avec un matériel simple, et souvent avec une précision suffisante, si l'on sait réaliser une rotation dont la vitesse angulaire est sensiblement constante.

Cette rotation permet, par exemple, la mesure du temps (horloges) et l'étude de grandeurs variant dans le temps (appareils munis de cylindres enregistreurs).

Pour obtenir des rotations constantes, ou pouvant être considérées comme telles, on a commandé directement ou indirectement les rotations désirées par des pendules. Ce procédé n'est pas le seul dont on puisse disposer, ni le plus précis, mais c'est un procédé relativement simple. Pour cette raison, il est d'un emploi fréquent.

Les pendules utilisées sont de deux espèces : les pendules alternatifs et les pendules coniques.

PENDULE ALTERNATIF — PENDULE CONIQUE.

A un point fixe O est suspendue par un fil, de masse négligeable souple et inextensible, une très petite masse m. Soit l la longueur du fil. Appelons X Y l'axe vertical qui passe par O. Ce système est un pendule simple (fig. 1).

Ce pendule peut osciller dans un plan vertical passant par X Y ; c'est alors un pendule simple alternatif. Nous désignerons alors par Θ l'angle maximum que fait le fil avec X Y.

Si la masse m tourne, dans un plan horizontal, autour de XY, le pendule est un pendule conique. Θ sera l'angle constant fait par le fil avec XY.

Pour que le mouvement d'un pendule soit entretenu et que Θ soit constant, il serait nécessaire de subvenir exactement, à tout instant, à la puissance qu'il dissipe. Admettons que cela puisse être réalisé et que la pesanteur et la force centrifuge soient les seules causes agissant sur l'angle Θ .

La période du pendule alternatif est donnée approximativement par :

$$T_a = 2 \pi \sqrt{\frac{l}{g} \left(1 + \frac{\Theta^2}{16} \right)} ;$$

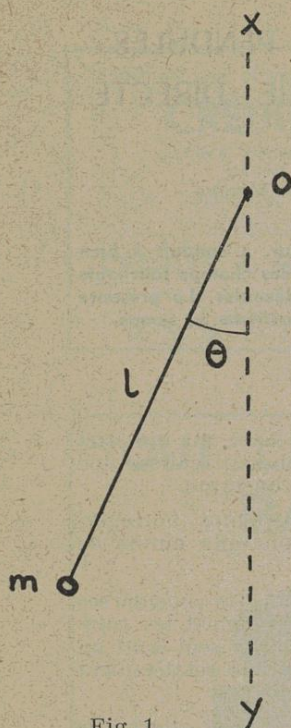


Fig. 1

la période du pendule conique est donnée approximativement par :

$$T_c = 2\pi \sqrt{\frac{l}{g} \left(1 - \frac{\Theta^2}{4}\right)}$$

(les temps en seconde, les longueurs en mètre, les angles en radian).

Dans les deux modes de fonctionnement la période est une fonction de l'amplitude. Le pendule conique est (≈ 4) fois plus sensible que le pendule alternatif à une même variation $d\Theta$ pour un même Θ donné.

Les pendules matériels que l'on peut réaliser ne sont pas des pendules simples théoriques, mais leur fonctionnement en diffère assez peu pour que l'on puisse souvent leur appliquer les lois des pendules simples. Quand on fait travailler un pendule, il se comporte comme un pendule libre si l'on compense à chaque instant la puissance qu'il perd.

VARIATIONS ACCIDENTELLES DE Θ .

L'angle Θ est, en régime stable, l'angle pour lequel la puissance perdue par le pendule est exactement compensée par la puissance qu'il reçoit.

Si la puissance reçue est supérieure à la puissance perdue, Θ croît, la puissance perdue s'accroît et la marche se stabilise. Θ décroît dans le cas contraire.

Quand un pendule entraîne un mécanisme, la puissance dépensée est employée pour vaincre la résistance de l'air et surtout les résistances mécaniques passives des mécanismes commandés. Or l'expérience montre que ces résistances passives sont instables. Dans les meilleurs mécanismes, les forces de frottement peuvent varier dans la proportion de 1 à 3 et cela d'une façon très capricieuse, donc imprévisible.

Pour entretenir le pendule à Θ constant, il faudrait que la puissance fournie puisse varier exactement comme la puissance exigée à vitesse constante par les résistances passives.

Cela est très difficile à réaliser.

Dans le cas particulier où le pendule ne commande pas directement un mécanisme, mais, par exemple, intercepte des rayons lumineux dirigés sur une cellule photoélectrique, la seule résistance passive à envisager est celle de l'air. Cette résistance, qui dépend de la masse spécifique de l'air, varie beaucoup moins vite et beaucoup moins profondément que celle due aux frottements mécaniques.

Mais en général on doit se contenter d'une solution très imparfaite : on règle d'une façon plus ou moins saccadée la puissance fournie pour que sa valeur moyenne soit égale à la puissance moyenne perdue. Malheureusement, les deux puissances instantanées peuvent différer très sensiblement ; il s'ensuit que le fonctionnement du pendule est instable ; Θ varie continuellement. Les variations de Θ entraînent des variations de la période et, par suite, des variations de la vitesse angulaire instantanée et moyenne des mécanismes commandés. L'inertie des pièces mues peut atténuer les variations.

RECHERCHE DE L'ISOCRONISME.

Le pendule alternatif est, nous l'avons vu, moins sensible que le pendule conique aux variations de Θ mais ce dernier, dont le mouvement est continu, se prête mieux à l'obtention de mouvements de rotation uniformes, observés pendant des temps courts (minute et moins).

Aussi, depuis longtemps, les savants et les techniciens ont-ils cherché à obtenir des pendules coniques dont la période est indépendante de Θ .

HUYGENS a proposé, en 1658, un double pendule conique à axe tournant, théoriquement isochrone. Ce double pendule n'a cependant pas grand intérêt pratique. En effet, il est en équilibre indifférent pour une seule vitesse. Pour une vitesse supérieure Θ est maximum ; pour une vitesse inférieure Θ est minimum. Il n'y a pas là, les éléments d'une correction ajustée, ni d'une régulation très précise.

Le problème de l'entretien des pendules coniques trouverait peut-être une solution parfois acceptable dans un moteur qui, automatiquement et suffisamment vite, réglerait son couple moteur sur le couple résistant qui lui est opposé pour assurer au mécanisme entraîné une vitesse angulaire « moyenne » constante.

PRINCIPE D'UN DISPOSITIF PERMETTANT L'ENTRETIEN DES PENDULES PAR ACTION ELECTROMAGNETIQUE DIRECTE.

Soient 1 et 2 deux noyaux magnétiques droits verticaux, identiques, disposés parallèlement (fig. 2a).

Ces noyaux portent des enroulements excitateurs.

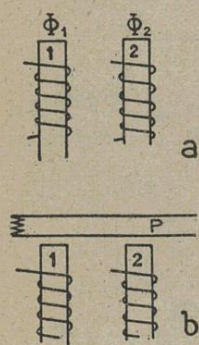


Fig. 2

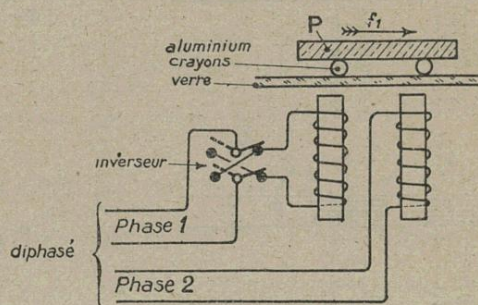


Fig. 3

Lorsque ces enroulements sont parcourus par des courants sinusoïdaux de même fréquence, décalés l'un sur l'autre dans le temps, les noyaux produisent dans l'espace environnant des flux magnétiques Φ_1 et Φ_2 sinusoïdaux, décalés, dans le temps, l'un sur l'autre comme le sont les courants excitateurs.

Admettons, par exemple, que le décalage est de $1/4$ de période, avec Φ_1 en avance sur Φ_2 .

Une pièce métallique P (plaque d'aluminium par exemple), maintenue au-dessus et près des pôles supérieurs des noyaux, est le siège d'un courant induit sinusoïdal distribué de façon complexe dans la plaque mais plus particulièrement dense en regard des pôles. Entre ce courant et les pôles, il s'exerce alors un système de forces électromagnétiques et l'expérience (fig. 3) montre que la valeur moyenne de la composante horizontale résultante de ce système n'est pas nulle.

Si la plaque P est libre de se mouvoir dans le plan horizontal, on peut constater qu'elle se déplace du noyau qui émet le flux en « avance » vers le noyau qui émet le flux en « retard ». Par exemple, le sens f_1 de déplacement est renversé lorsqu'on actionne l'inverseur dans le montage (fig. 3).

On peut expliquer cette expérience de plusieurs façons, mais aucune ne pénètre le mécanisme électromagnétique réel.

La façon la plus commode pour le but envisagé est la suivante :

Admettons que chacun des pôles agit sur la plaque comme s'il était seul.

Désignons par e_1 et e_2 les forces électromotrices induites par chacun des pôles, par i_1 et i_2 les courants induits correspondants et par φ_1 et φ_2 les déphasages de ces courants par rapport à leur tension

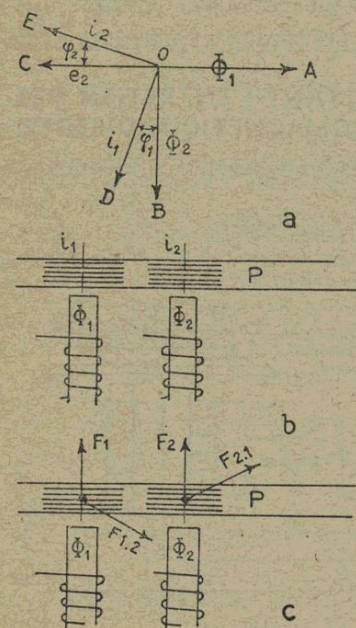


Fig. 4

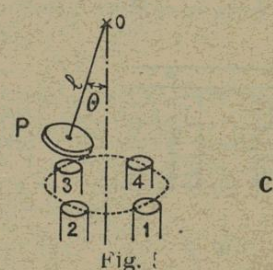
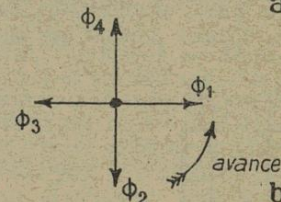
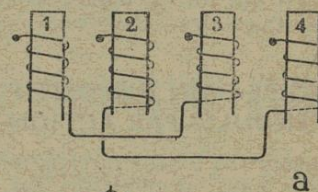


Fig. 5

Prenons le point 0 comme origine et le sens trigonométrique comme sens des avances.

Le graphique des phases s'établit alors ainsi (fig. 4a) :

OA est la phase de Φ_1
 OB est la phase de e_1 et de Φ_2
 OC est la phase de e_2
 OD est la phase de i_1
 OE est la phase de i_2

Ce graphique étant construit, en admettant que i_1 et i_2 sont des courants circulaires dont l'axe est celui du noyau qui les a produits, on peut décomposer les forces électromagnétiques en 4 forces principales (nous désignerons les forces par leur valeur moyenne) :

F_1 action de i_1 sur Φ_1
 F_2 action de i_2 sur Φ_2
 F_{12} action de i_1 sur Φ_2
 F_{21} action de i_2 sur Φ_1

Suivant que les angles entre flux et courants considérés sont inférieurs ou supérieurs à $\frac{\pi}{2}$ il y aura, en moyenne, attraction ou répulsion.

Les forces se présentent alors ainsi qu'il est indiqué fig. 4c et l'on conçoit que la moyenne de la composante horizontale ne soit pas nulle.

Nous avons raisonné dans le cas où les courants excitateurs sont diphasés mais qualitativement il en serait de même pour un déphasage quelconque de ces courants.

Il est possible de faire successivement de nombreux pôles. Si l'on utilise des courants diphasés par exemple, on peut disposer en ligne 4 noyaux : 1, 2, 3, 4 (fig. 5a). 1 et 3 dont les enroulements sont de sens inverse seront excités par une des phases.

Il en sera de même, dans les mêmes conditions, pour 2 et 4 qui seront excités par l'autre phase.

Le graphique des phases est représenté fig. 5b.

Dans un tel dispositif, toutes les composantes horizontales moyennes s'ajoutent et, d'autre part, les pôles intermédiaires 2 et 3 travaillent chacun deux fois (à gauche et à droite).

En diphasé, on peut multiplier, en ligne, indéfiniment, le nombre des pôles.

On verrait qu'il en est de même en triphasé.

Au lieu de disposer tous les noyaux en ligne, on peut les placer de façon à former une piste circulaire.

La symétrie conduira à utiliser 4 pôles (ou un multiple de 4) en diphasé et 3 pôles (ou un multiple de 3) en triphasé. (Tous les pôles travaillent alors à gauche et à droite).

Avec une piste circulaire on pourra obtenir un mouvement circulaire indéfini.

EXPÉRIENCE (fig. 5c) : Soient 4 noyaux : 1, 2, 3, 4 disposés en carré, excités par des courants diphasés.

A un point fixe 0 de l'axe de ce système magnétique, suspendons par un fil une masse métallique P.

Ecartons cette masse de sa position d'équilibre et donnons lui une impulsion de sens convenable, perpendiculaire au plan vertical qui contient le fil. Elle tourne et on obtient un pendule conique dont le mouvement est entretenu par les forces électromagnétiques.

Avec une même piste, il est possible d'obtenir un mouvement elliptique du pendule. Il suffit de rendre, par un frottement par exemple du pendule, la résistance passive plus grande, pour un déplacement de la masse P, dans un plan vertical, que dans le plan vertical perpendiculaire. On obtiendrait le même résultat en agissant sur la masse à mouvoir pour modifier l'action des forces motrices (traits de scie de direction convenable dans le métal induit).

On peut ainsi faire décrire à la masse une ellipse dans laquelle le grand axe vaut 20 fois le petit. Ce rapport permet facilement la commande des mouvements alternatifs des balanciers des horloges ordinaires.

INTERET D'UN TEL DISPOSITIF D'ENTRETIEN.

Ce mode d'entretien des pendules utilise directement l'énergie électrique ; il n'utilise pas de circuits résonnants et ne comporte pas de contacts périodiques. Seule la masse à mouvoir est en mouvement. La consommation d'énergie peut être sensiblement plus faible que celle de nombreux systèmes électromagnétiques qui obtiendraient les mêmes résultats.

Les enroulements excitateurs peuvent être alimentés par les réseaux urbains à courants alternatifs. Dans le cas de petites puissances (< 200 watts) un réseau monophasé suffit. On sait en effet, par des procédés connus, nécessitant un matériel statique peu volumineux, obtenir des courants di ou triphasés à partir d'un courant monophasé.

Dans les limites habituelles des variations des réseaux de distribution ($\pm 10\%$ sur la tension et sur la fréquence) les variations moyennes des vitesses angulaires obtenues actuellement sur des appareils réalisés sont inférieures à $\frac{1}{10.000^e}$, mesurées dans des temps compris entre une minute et plusieurs jours.

MECANISME DE LA REGULATION.

En première approximation, on peut comprendre le mécanisme de la régulation de la façon suivante :

Quand la vitesse augmente, Θ augmente parce que la force centrifuge croît et, de ce fait, la masse induite se dégage du flux inducteur. Il y a débrayage progressif, doux et rapide. Il est rapide dans l'espace parce que les forces électromagnétiques mises en jeu varient très vite avec Θ . L'induction dans l'espace où se meut la plaque P varie plus vite que l'inverse du carré de la distance aux pôles ; la composante utile de cette induction varie encore beaucoup plus vite et la puissance utile cédée au pendule est proportionnelle au carré de la composante utile de l'induction.

Cette explication permet de comprendre que la vitesse varie peu malgré les variations des réseaux, mais elle ne permet pas de comprendre que les variations de la vitesse angulaire obtenue soient si petites et mêmes qu'elles puissent être négatives.

L'expérience montre en effet qu'il est possible de faire des horloges qui retardent lorsque la tension d'alimentation croît. Ce fait peut être expliqué qualitativement et quantitativement en faisant intervenir toutes les forces y compris les forces électromagnétiques, agissant sur la masse du pendule.

QUELQUES RESULTATS OBTENUS ACTUELLEMENT.

Plusieurs horloges ont été construites au Laboratoire d'Electricité Industrielle du Conservatoire. Elles sont actionnées par le dispositif électromagnétique indiqué. Les pendules moteurs sont alternatifs ou coniques. Alimentés sous 110 V, 50 hertz, monophasé, par le réseau alternatif qui dessert le Conservatoire, ces premiers modèles ont montré, pour des temps longs (1 heure et plus) une précision comparable à celle des bonnes horloges mécaniques. Ils sont naturellement supérieurs pour des temps courts (1 minute et moins). Leur consommation est de l'ordre de 2 watts. Fonctionnement et consommation peuvent être sensiblement améliorés.

Un pendule conique tournant à 1 tour par seconde et entraînant un disque percé de 50 trous équidistants, a permis, par interception d'un rayon lumineux frappant une cellule photo-électrique connectée à un amplificateur, d'obtenir une puissance électrique alternative à la fréquence moyenne de 50 hertz, à moins de $\frac{1}{1.000^e}$ près, en observant pendant une seconde ou plus.

D'autre part, comme l'énergie nécessaire à l'entretien d'un pendule isolé est très faible et que les forces électromagnétiques s'exercent à distance, on peut, à distance relativement grande, entretenir le mouvement régulier ou varié de pendules isolés. Si l'on prend soin de dissimuler le système électromagnétique moteur, on obtient des mouvements mystérieux, dont la forme peut varier. Plusieurs modèles applicables à l'obtention d'effets publicitaires ont été réalisés.

REALISATIONS A ENVISAGER.

Hors des applications évidentes à la chronométrie et des applications à la publicité, la possibilité d'obtenir des courants de fréquences connues avec une grande précision, peut permettre d'améliorer de nombreuses mesures électriques : inductances, capacités, hystérésis magnétique et diélectrique.

Il est possible de réaliser, avec un matériel relativement simple, des notes musicales avec une grande précision. Il est possible de faire des appareils donnant directement, pendant un temps quelconque, la moyenne de la tension d'un réseau électrique.

L'usage de générateurs amplificateurs (vitesse constante) peut être envisagé dans les mesures.

Dans la voie des mesures physiques, de nombreux essais méritent d'être tentés.



NOTE. — M. Marius LAVET, Ingénieur E.S.E. et A.M. a publié dans les « Annales de Chronométrie », numéro de Juin-Juillet 1952 (Bibliothèque du Conservatoire des Arts et Métiers) un article très documenté sur les pendules coniques et le procédé électromagnétique d'entretien direct.

COMPAGNIE INTERNATIONALE DES MINERAIS & METAUX

Société Anonyme au Capital de 12.000.000 de Frs entièrement versés

USINES et CHANTIERS raccordés
à SAINT-DENIS (Seine)
11, rue Gaston-Dourdin

Tél. : PLA 26.88 et 25.77

AFFINAGE de MÉTAUX

LINGOTS à TOUS TITRES

ACHAT et VENTE de vieux métaux
et résidus métalliques

APPAREILLAGE ÉLECTRIQUE GÉNÉRAL



121, Rue Lafayette - PARIS (X^e)

Tél. : Bus et Métro
TRU. 97.70 CARE DU NORD

REVELEC

Revêtements Electrolytiques

*Protection et Décoration
des Métaux*

En bain mort et au tonneau

ZINGAGE BRILLANT
CADMIAGE BRILLANT
LAITONAGE
NICKELAGE -
CHROMAGE
POLISSAGE

TRAVAIL SOIGNÉ
*exécuté par anciens élèves
du C.N.A.M.*

36, rue de la Libération
- RUEIL-MALMAISON -
Téléphone : MAL. 06.97

« TOUS LES FEUILLARDS »

Laminés pour Découpage et Emboutissage

Feuillards trempants - Cisaillage - Découpage à façon

Feuillards d'emballage - Chapes - Appareils « SERBLOC »

“ LE FEUILLARD ”

Société à Responsabilité Limitée au capital de 1.700.000 frs

45 bis, avenue Edouard-Vaillant — BILLANCOURT

Tél. : MOL. 01.04 - 73.45

VIE DE L'UNION DES INGÉNIEURS C.N.A.M.

PROCHAINES REUNIONS DU BUREAU :

- Vendredi 5 Décembre à 21 h. — Salle L - C.N.A.M.
- Vendredi 9 Janvier à 21 h. — Restaurant Gaudoin, 6, boulevard de Sébastopol, à la suite du dîner amical (19 h. 30) auquel prend part régulièrement une vingtaine de nos camarades.

COMPTE RENDU :

Nous reproduisons ci-dessous le texte de la lettre adressée à Monsieur le Directeur du C.N.A.M., le 16 Octobre dernier :

Monsieur le Directeur,

Les membres de l'Union des Ingénieurs C.N.A.M., réunis en Assemblée générale extraordinaire, le 3 Octobre 1952, au Conservatoire des Arts et Métiers, considérant que l'humanisation des conditions d'obtention du diplôme d'Ingénieur C.N.A.M. ne doit pas s'obtenir par un affaiblissement du niveau de l'Enseignement et des épreuves de l'examen général, mais par des facilités accordées aux candidats pour la préparation de leur travail de concours, émettent les vœux ci-après :

1° Que des facilités puissent être accordées pour la préparation de la thèse et, en particulier, pour les travaux expérimentaux, telles que :

- Subventions et bourses de l'Enseignement technique ;
- Accès à certains postes du Laboratoire d'Essais, à titre temporaire ;
- Appui officiel auprès des Chefs d'Industries.

2° Que les candidats à l'examen général puissent se présenter en deux sessions (la première pour le cours principal, la seconde pour les cours connexes).

3° Etant donné l'importance des questions discutées concernant notre titre, que l'Union des Ingénieurs C.N.A.M. soit représentée au Conseil de Perfectionnement.

*Pour le Bureau :
R. CAZAUD.*

ÉTABLISSEMENTS JEAN AUBÉ

Société Anonyme au Capital de 18.000.000 de francs

63, Champs-Élysées — PARIS (VIII^e) — Tél. : BALZAC 43-70

FOURS CHAUFFES PAR TOUS COMBUSTIBLES
— BRULEURS — GAZOGENES —
FOYERS AUTOMATIQUES - FOURS ELECTRIQUES
— ATMOSPHERES CONTROLEES —

HOMMES, JEUNES GENS, ENFANTS

Habillez-vous



AU LOUVRE

Le Magasin du Goût et de la Qualité

Place du Palais-Royal - PARIS

C.C.P. Paris 12-52 - Tél. : LOU. 59-40

BLANCHISSERIE

É
M
I
L
E

MAYEUX

77, rue d'Aguesseau, 77

Boulogne - Billancourt (SEINE)

Membre de l'Association

TOUS SERVICES
—: DE :—
BLANCHISSAGE
ET APPRETS

Le

"MULSIFYRE"

le procédé le plus moderne
d'extinction par émulsion
aqueuse des incendies de
transformateurs - disjoncteurs
H.T. et B.T. et des liquides
inflammables

•

Le

"GRINNELL"

Extincteurs avertisseurs automa-
tiques d'incendies -- Protection
des bâtiments commerciaux et
industriels

S.A. MATHER & PLATT

9, Avenue Bugeaud - PARIS XVI

VIE DE L'ASSOCIATION DES ANCIENS ÉLÈVES C.N.A.M.

ACTIVITE DES SECTIONS.

SECTION ECONOMIQUE ET SOCIALE :

Assemblée statutaire de la section, *17 Décembre*, 20 h. 30, salle L.

SECTION ELECTRICITE-PHYSIQUE :

La première réunion de l'année scolaire a été un plein succès.

La conférence de notre ami ROGUIN, Ingénieur C.N.A.M., sur l'Energie Eolienne, le *14 Novembre* dernier, a suscité un important débat, limité seulement par l'heure tardive.

Les prochaines réunions auront lieu les :

— *12 Décembre* (voir Section Métallurgie) ;

— *17 Décembre* : Conférence de GUITTON, Président de la Section Chauffage, sur les Centrales thermiques modernes. Cette réunion est commune avec la Section Chauffage.

SECTION MECANIQUE-MACHINES :

Réunion commune avec la Section Métallurgie le *12 Décembre*. — Conférence de R. CAZAUD.

SECTION METALLURGIE :

Prochaines réunions :

— *12 Décembre* à 20 h. 45, amphithéâtre Y : Conférence de R. CAZAUD, Président de l'Union des Ingénieurs C.N.A.M., sur :

« La fatigue des métaux et son application à la construction ».

Cette réunion inter-sections, sera présidée par M. le Professeur COURNOT.

— *16 Janvier* à 20 h. 45 : Elections du Bureau de la section et conférence de A. MITENNE, Ingénieur C.N.A.M., sur :

« Le chrome dur et ses applications ».

SECTION « SECURITE DU TRAVAIL » :

Prochaine réunion : Le *mardi 16 Décembre 1952* à 20 h. 30 au Conservatoire. Causerie de notre camarade M. ANTOINE, Ingénieur-Conseil, sur le sujet :

« Les derniers décrets dans différents domaines
intéressant la Sécurité ».

DECES :

— Notre ami CASACOF, Président de la Section Mécanique-Machines, vient d'avoir la douleur de perdre l'un de ses fils.

— Nous apprenons également que la mère de notre ami DELCAMBRE, Vice-Président de la Section Economique et Sociale, est décédée dernièrement.

Que nos deux membres et leurs familles soient assurés de notre profonde sympathie.

DISTINCTION HONORIFIQUE :

Nous avons le plaisir d'annoncer la promotion dans l'Ordre de la Légion d'Honneur, au grade de Chevalier, de notre Président de l'Association des Anciens Elèves C.N.A.M., Maurice CAMMAS, au titre du Ministère de la Reconstruction et de l'Urbanisme, pour son activité professionnelle comme Architecte (J. O., 14-10-52).

Nous lui adressons toutes nos félicitations.



Le Gérant : René LE ROUX

Imp. G. SAUTAI & FILS - LILLE

BRION, LEROUX & C^{ie}

40, quai de Jemmapes, 40

PARIS (X^e)

Téléph. : Nord 81-48



APPAREILS

DE MESURE ELECTRIQUES

- ★ Contrôle Electrique
- ★ Contrôle Thermique
- ★ Contrôle Industriel

Le Nouveau Projecteur

CIBIÉ

SAPHIR 500

Éclaire à la fois
PLUS ET LOIN
PLUS PRÈS

Tp

*Tout pour
le dessin technique*

CATALOGUE
SUR DEMANDE
MAGASIN D'EXPOSITION

DUPRÉ ET C^{ie}

141 FAUBOURG S^t HONORE - PARIS 8^e
TEL. ELY. 27-64 3 LIG. GR.

ENTREPRISES
CAMPENON BERNARD

Sté Anonyme Capital : 252.000.000 frs

5, rue Beaujon - **PARIS (8^e)**

Tél. : CAR. 10.10

**TRAVAUX PUBLICS
ET PRIVES**

OUVRAGES D'ART - PONTS
BARRAGES — HANGARS
BATIMENTS INDUSTRIELS
USINES — IMMEUBLES
TRAVAUX
HYDRAULIQUES —
TRAVAUX MARITIMES
TRAVAUX SOUTERRAINS

Constructions en Béton précontraint
PROCEDES FREYSSINET

COMPAGNIE GÉNÉRALE DE TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

SIEGE SOCIAL : 79, boulevard Haussmann — PARIS (8°)

CENTRE DE RECHERCHES TECHNIQUES

23, rue du Maroc — PARIS (19°) — Tél. : BOTzaris 66-50

Toutes applications des hyperfréquences — Radars — Radio-atterrissage
— Emetteurs-récepteurs télégraphie-téléphonie — Stabilidyne —
Métaux frittés — Contacts électriques frittés — Thermistances
Alliages lourds — Céramiques spéciales — Condensateurs

DÉCOUPAGE ET EMBOUTISSAGE



Etablissements
R. WAGNER

27, rue Magenta

ASNIERES (Seine)

Tél. : GREsillons 00.94

*Plus de locaux
inchauffables*

ET ECONOMIE
DE COMBUSTIBLE

VITREX
MAISON TRENTENAIRE
27, RUE DROUOT, PARIS. PRO 03-03
DEMANDEZ LA NOTICE N° 6

MÉTALLISATION

au pistolet oxy-acétylénique

PROTECTION de l'acier contre les corrosions de toute nature.
RECHARGEMENT à l'acier dur ou inoxydable des pièces
mécaniques usées pour les remettre à la
cote — Rectification.

SOCIETE NOUVELLE DE METALLISATION (S. N. M.)

26, rue Clisson - PARIS 13° — Tél. : GOB. 40.63 - 24.69

SOCIÉTÉ FRANÇAISE DES CONSTRUCTIONS

BABCOCK & WILCOX

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 518.400.000 FRANCS

Siège social : 48, RUE LA BOËTIE - VIII^e Tél. ELY 89-50

Usines : LA COURNEUVE (Seine) CHERBOURG (MANCHE)

■
CHAUDIÈRES A VAPEUR
POUR TOUTES INDUSTRIES

■
GROSSE CHAUDRONNERIE
RIVÉE ET SOUDÉE

■
MATÉRIELS POUR RAFFINERIES
DE PÉTROLE ET SUCRERIES

■
GRILLES MÉCANIQUES
POUR TOUS COMBUSTIBLES

■
MANUTENTION ET LEVAGE



203

Peugeot

**VOITURE
DE QUALITÉ**

**VOITURE
ÉCONOMIQUE**

IMP. G. SAUTAI ET FILS - LILLE