

TECHNICA

REVUE TECHNIQUE MENSUELLE

Paraît du 15 au 20 de chaque mois.



LYON

RÉDACTION
ADMINISTRATION -- PUBLICITÉ
7, rue Grolée (2^e arr^t)
Téléphone : Franklin 48-05

ABONNEMENTS :

France..... 40 »
Etranger..... 70 »

PRIX DU NUMÉRO : 3 50

Compte courant postal : Lyon 19-95

TECHNICA est l'organe officiel de l'Association des Anciens Elèves de l'Ecole Centrale Lyonnaise (Ingénieurs E.C.L.), fondée en 1866 et reconnue d'utilité publique par décret du 3 Août 1911

COMITÉ DE PATRONAGE

MM.
BOLLAERT, Préfet du Rhône.
HERRIOT Edouard, Maire de Lyon, Député du Rhône.
Général DOSSE, Gouverneur militaire de Lyon.
LIRONDELLE, Recteur de l'Académie de Lyon.

MM.
BONNEVAY, Président du Conseil général, Sénateur du Rhône.
MOREL-JOURNEL H., Président de la Chambre de Commerce.
LUMIERE Louis, Membre de l'Institut.
VESSIOT, Directeur de l'Ecole Normale Supérieure.

COMITÉ DE RÉDACTION

MM.
BACKES Léon, Ingénieur E.C.L., ancien Président de l'Association, Ingénieur-Constructeur.
BAUDIOT, Avocat, Professeur à l'E.C.L., Avocat-Conseil de l'Association.
BELLET Henri, Ingénieur E.C.L., ancien Chargé de cours à l'Ecole Centrale Lyonnaise.
BETHENOD Joseph, Ingénieur E.C.L., Lauréat de l'Académie des Sciences.
COCHET Claude, Ingénieur E.C.L., Ingénieur en Chef au Service de la Voie à la Compagnie P.L.M.
DIEDERICHS Charles, Ingénieur E.C.L., Ingénieur-Constructeur.
DULAC H., Professeur à la Faculté des Sciences et à l'Ecole Centrale Lyonnaise.
FOILLARD Antoine, Ingénieur E.C.L., Ingénieur en chef aux anciens Etablissements Sautter-Harlé.
GRIGNARD, Membre de l'Institut, Doyen de la Faculté des Sciences, Directeur de l'Ecole de Chimie Industrielle.

MM.
JARLIER M., Ingénieur en chef des Mines, Professeur à l'Ecole Centrale Lyonnaise.
LEMAIRE Pierre, Ingénieur, Directeur de l'Ecole Centrale Lyonnaise.
LICOYS Henri, Ingénieur E.C.L., Conseiller du Commerce extérieur, Inspecteur général du Bureau Véritas.
LIENHART, Ingénieur en chef de la Marine, Professeur à l'Ecole Centrale Lyonnaise.
MAILLET Gabriel, Ingénieur E.C.L., Ingénieur-Conseil.
MICHEL Eugène, Ingénieur E.C.L., Ingénieur-Architecte.
MONDIEZ A., Ingénieur en chef des Manufactures de l'Etat, Directeur de la Manufacture des tabacs de Dijon, Ancien Professeur à l'Ecole Centrale Lyonnaise.
RIGOLLOT Henri, Professeur honoraire à la Faculté des Sciences, Directeur honoraire de l'Ecole Centrale Lyonnaise.
SIRE J., Professeur à la Faculté des Sciences et à l'Ecole Centrale Lyonnaise.

SOMMAIRE

	Pages
L'organisation rationnelle des entreprises en face de la crise (EDITORIAL).	2
Sur l'amélioration possible du moteur d'avion par la rénovation de son agencement cinématique (suite et fin) (E. MAILLET)	5

	Pages
Rappel de notions d'hydrodynamique (R. MONTEFAGNON).	19
Chronique de l'Association E.C.L.	VII
Les faits économiques.	
Supplément : La Force de la Propagande.	

~ Tout budget de publicité technique doit comprendre TECHNICA ~
la revue que lisent les techniciens du Sud-Est et de la région rhodanienne.

INTERVIEW

L'organisation rationnelle des Entreprises en face de la crise

Au début du mois de juin, l'Association des Directeurs Commerciaux avait organisé, avec le concours du Comité National de l'Organisation Française, des Chambres Syndicales Métallurgiques du Rhône, et des Associations d'anciens élèves des Ecoles techniques de la région lyonnaise, une conférence sur le sujet :

« Comment le chef de maison peut-il perfectionner pratiquement son organisation actuelle? »

Ce sujet se rattachant à l'enquête ouverte depuis quelque temps dans notre revue, sur la crise, ses causes et ses remèdes, nous avons demandé au conférencier, M. Tony Bellemin, de bien vouloir nous exposer les idées essentielles développées par lui au cours de son exposé.

M. Tony Bellemin, qui est organisateur industriel et commercial, et diplômé de la Chambre de commerce de Londres, a bien voulu nous faire les remarques suivantes en exprimant le vœu que ceux de nos lecteurs possédant une expérience pratique de la question n'hésiteraient pas à ouvrir une discussion dans l'intérêt général.

La crise actuelle se manifeste dans la plupart des entreprises par une réduction des quantités vendues, et, en même temps, par la baisse des prix de vente et du chiffre d'affaires.

Il en résulte la diminution des marges de bénéfice brut, lorsque les prix de revient ne suivent pas dans la même proportion, puis la disparition des bénéfices nets entraînant le chômage avec toutes ses conséquences sociales.

Mais, si cette situation apparaît comme irrémédiable du point de vue économique général, il n'en est pas de même si on ne considère qu'une seule entreprise déterminée.

L'organisation économique générale échappe, en effet, à l'action individuelle du chef de maison, tandis que l'organisation de l'entreprise ne dépend que de sa clairvoyance et de sa volonté d'adaptation.

Mais organiser ne veut rien dire, si on ne précise pas ce qu'on se propose d'organiser.

La première question que nous posons à M. Bellemin est donc la suivante :

— En quoi consiste le problème d'organisation des entreprises ?

— Essentiellement à donner à l'entreprise les organes dont elle a besoin pour réaliser une bonne gestion dans certaines conditions imposées à un moment donné, par les circonstances économiques extérieures.

Le problème se pose de même dans son principe dans les entreprises de dimensions différentes, quoique très différemment dans le choix des moyens.

La règle fondamentale à ne jamais perdre de vue, c'est que l'organisation de l'entreprise se ramène toujours à régler le fonctionnement des services d'après les besoins de la gestion de l'ensemble.

Il est évident que ces besoins ne sont pas invariables, surtout dans la période de crise actuelle, et c'est pourquoi l'organisation, qui n'est qu'un moyen d'adaptation et non un but en soi, n'est pas non plus invariable. Elle doit être adaptée en temps opportun aux évolutions économiques qui commandent la gestion.

Organiser l'entreprise consiste donc à définir d'abord les conditions d'une bonne exploitation d'ensemble, et

à créer ensuite les organes nécessaires pour atteindre le résultat cherché.

Nous retrouvons, ici, le grand principe de raison si bien exprimé par Lafontaine : « En toutes choses, il faut considérer la fin. »

Il ne s'agit pas, comme on semble le croire bien souvent, de perfectionner dans un seul service les moyens techniques d'exécution d'une ou plusieurs opérations du travail, mais plutôt de coordonner efficacement tous les rouages composant le corps complet qu'est l'entreprise, de façon que le plan de gestion s'accomplisse avec succès.

En un mot, c'est l'art d'adapter les parties au tout auquel elles sont destinées.

Il est évident qu'une telle adaptation ne pourra se faire qu'avec une connaissance approfondie des éléments dont ces rouages sont composés. C'est pourquoi le problème de l'organisation de l'entreprise dérive directement, d'une part, du plan de gestion, et, d'autre part, de la nature des éléments fondamentaux constituant les services.

— Quels sont, à votre idée, ces éléments ?

— Placés dans l'ordre où ils doivent être rationnellement considérés, ces éléments sont :

la matière première ;

la force motrice ;

l'outillage, ou matière première ;

et l'activité humaine sous toutes ses formes.

Il existe un grand nombre de variétés d'activités humaines.

Résumons-les :

L'activité manuelle, avec ou sans connaissances techniques, et l'activité psychologique, très différente suivant qu'il s'agit d'un magasinier, d'un contremaître, d'un employé de bureau, plus ou moins qualifié, d'un chef de service, d'un chef de fabrication ou de vente, d'un vendeur, d'un comptable, ou d'un chef de maison.

Cette variété d'aspect du facteur humain dans l'entreprise fait comprendre l'importance considérable du choix des hommes suivant leurs aptitudes particulières et les fonctions dont ils seront chargés. Mettre

l'homme qu'il faut à la place qu'il faut. Tout est là. Nous n'hésitons pas à attribuer à ce facteur la première place à tous les égards et, de ce point de vue, contrairement aux apparences, nous manquons de chefs aptes à bien remplir leurs fonctions.

Il faudra donc, d'abord, faire un plan de gestion, puis déterminer les fonctions de chaque service en raison directe de ce plan. On étudiera, ensuite, l'ensemble de l'organisation actuelle et, pour chaque service, on définira les conditions dans lesquelles ils devraient fonctionner pour répondre au plan d'ensemble de la gestion.

Enfin, avant d'aborder les réalisations, on dressera un plan général de l'organisation future, et on estimera à l'avance, d'une façon très sérieuse, d'une part, les améliorations possibles par rapport à l'état actuel, et, d'autre part, les frais à engager pour réaliser la nouvelle organisation.

— Il nous semble que rien n'est plus difficile à faire qu'un tel plan d'organisation, qui doit être composé non pas de données théoriques ou fictives, mais bien de réalités parfaitement solides. Le chef d'entreprise, absorbé par les mille difficultés de sa tâche complexe, aura-t-il toujours le temps et la liberté d'esprit suffisante pour s'en charger lui-même ?

— Mesurer le rendement actuel d'un service est relativement aisé, mais apprécier à l'avance le rendement possible ne peut, en général, être fait que par l'organisateur ayant vécu de nombreuses expériences variées et qui sait par la pratique acquise juger les possibilités futures d'une nouvelle méthode qui n'est pas encore en application.

Ce rôle ne peut être rempli par un chef de service, en tant que tel, et on n'a pas toujours sous la main l'employé à qui donner temporairement les pouvoirs complets équivalents à ceux d'un directeur général.

Quant au chef de maison, il serait placé, par sa fonction, pour jouer ce rôle, mais, en pratique, il n'en a pas le temps, et aussi, il y perdrait, à son détriment, une partie de son influence de chef supérieur auprès de son personnel.

C'est pourquoi la meilleure solution consiste à faire appel à l'organisateur indépendant. Et, à ce sujet, j'ajouterai qu'il me serait agréable de recueillir les observations pratiques des lecteurs de « Technica ».

— L'organisation que vous venez de définir doit demander du temps. Si donc une prévision trop courte des évolutions économiques, ou une hésitation par excès de prudence conduisent à des retards de décision, ceux-ci ne peuvent-ils avoir des conséquences dépassant les frais d'organisation que l'on peut envisager ?

— L'organisation tardive est inefficace, et le fait d'attendre les catastrophes pour se décider à s'organiser est une méthode empirique coûtant beaucoup plus cher qu'on ne le pense ordinairement.

Voici un exemple tiré de la réalité de ces dernières années :

Pour une entreprise faisant un chiffre d'affaires de

l'ordre de dix millions de francs annuellement, un retard de décision de deux années, pour s'adapter aux nouvelles conditions économiques, a coûté en exagération inutile des frais et du prix de revient, et en manque à gagner, une somme totale de l'ordre de deux millions sur cinq exercices.

Malheureusement, le plus souvent, l'organisation est mal comprise. On lui adresse des critiques qu'elle ne mérite pas et qui intéressent plutôt l'usage qu'on a fait de moyens plus ou moins bien choisis. On confond ainsi les moyens employés avec l'art d'organiser qui est l'organisation elle-même.

En réalité, l'organisation rationnellement appliquée améliore le sort de l'ouvrier et de tous les employés consciencieux en même temps que la gestion.

Elle améliore les rendements individuels et collectifs, grâce à l'emploi de meilleures méthodes de travail et de coordination, et non pas comme on le pense vulgairement, à tort, par une diminution des salaires.

En effet, une réduction de salaire n'augmente pas le rendement, tandis que l'augmentation de rendement conduit l'ouvrier à gagner un salaire journalier plus élevé pour le même nombre d'heures de travail.

En résumé, l'organisation rationnelle est un problème d'équilibre et de bonne coordination, et c'est pour cette raison qu'elle est beaucoup plus nécessaire actuellement dans la période difficile et instable que nous subissons depuis plusieurs années, que dans une période d'affaires faciles.

Dans l'état actuel des choses, les maisons qui s'intéressent à l'organisation s'efforcent de rechercher les meilleures solutions à leurs difficultés particulières, mais dans la plupart des cas elles font des expériences analogues à celles déjà faites ailleurs depuis plus ou moins longtemps.

Or, des efforts presque immédiats pourraient être dégagés, en cherchant un enseignement dans les maisons de même profession et de même catégorie, par des échanges d'expériences.

L'échange d'expériences n'est pas impossible. Déjà, dans la région lyonnaise, il y en a eu de fort intéressants. Aussi, serait-il désirable de les voir se développer, surtout en ce qui touche l'organisation générale de l'entreprise.

En remerciant M. Tony Bellemin de ces intéressants aperçus, nous le félicitons de l'accueil sympathique qui lui a été fait par les représentants de l'industrie lyonnaise, lors de sa récente conférence, et nous exprimons le vœu que les lecteurs de « Technica » lui montrent qu'il a su les intéresser à cette question de si grande importance, en lui adressant, par notre intermédiaire, leurs suggestions ou observations pratiques.

Nota. — A la demande d'un certain nombre d'auteurs, le texte de cette conférence, qui comportait de nombreux conseils pratiques, sera prochainement publié sous la forme d'une brochure à laquelle on peut souscrire, au prix de 10 francs, en adressant les demandes à M. Tony Bellemin, 8, passage des Cloquettes, à Lyon.

SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE DES TÉLÉPHONES

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES - CAOUTCHOUC - CABLES
CAPITAL : 54.000.000 DE FRANCS

7 USINES ■ 25, RUE DU QUATRE SEPTEMBRE, PARIS, (2^e) ■ 14 DÉPÔTS
ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : TÉLÉPHONES-108-PARIS • TÉLÉPH : RICHELIEU 60-40. (7 Lignes groupées.)



ALGER · BORDEAUX · GRENOBLE · LILLE · LYON · MARSEILLE · METZ
NANCY · NANTES · NICE · REIMS · ROUEN · STRASBOURG · TOULOUSE

■
DÉPÔT A LYON : 6, AVENUE JEAN- JAURES

TEL. : PARMENTIER 25-58

Sur l'amélioration possible du moteur d'avion

par la rénovation de son agencement cinématique

par Edmond MAILLET, ingénieur E.C.L.,
lauréat du Concours National Technique

IV. — SUITE ET FIN

Les combinaisons mixtes de systèmes articulés et à roulements :

Les transmissions mécaniques précédentes sont, nous l'avons indiqué, de conception grossière. Nous avons néanmoins voulu les présenter d'une manière assez complète, ne serait-ce que parce que seule l'étude détaillée de telles liaisons élémentaires peut conduire aux formes évoluées des agencements vraiment pratiques.

Nous avons utilisé cette occasion pour vulgariser quelques mécanismes peu orthodoxes, mais capables d'avantages très nets. Nous croyons, notamment, que si la Société FAIRCHILD avait, en 1925, étudié dans le sens que nous avons préconisé la réalisation du moteur CAMINEZ, elle eut abouti à des essais concluants. Or ce moteur répondait bien alors aux besoins du marché aéronautique.

Nous pouvons présenter plusieurs transmissions par bielles ou cames seules (classées respectivement A et C), parfaitement adaptées aux desiderata actuels des cycles à deux et quatre temps. Certaines d'entre elles permettent de remarquables progrès, tout en restant de conception assez simple. Mais nous avons porté notre effort principal dans l'étude des combinaisons mixtes (classe M), qui nous semblent devoir conduire aux meilleurs résultats. Donnons de ces combinaisons un exemple théorique.

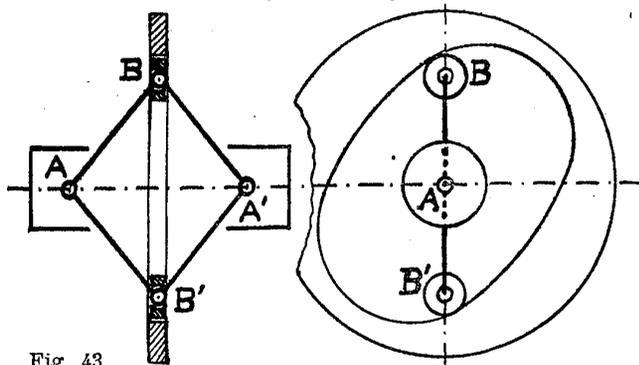


Fig. 43

Imaginons que les pistons de deux cylindres coaxiaux opposés portent des bielles égales AB et AB', A'B et A'B' (figure 43). Mais supposons que les têtes de bielles, au lieu d'être assujetties, comme dans le système OSTBERG, à décrire symétriquement des circonférences dans le plan normal à l'axe commun, portent des galets actionnant, toujours symétriquement, et dans le plan de la figure, une came

extérieure. Des dispositifs du même genre sont représentés dans un brevet de 1928.

On remarque d'abord que cet ensemble, incomplet et schématique (et qui serait en réalité d'un poids et d'un encombrement prohibitifs), permet de constituer encore un moteur à quatre temps sans réducteur ni arbre à cames. Cela est, nous l'avons vu, l'apanage plus particulier des dispositifs à roulement.

Mais cet agencement profite aussi des avantages propres aux systèmes articulés, dont nous avons donné un exemple en présentant le moteur OSTBERG. Les lois de transmission du mouvement et des forces dans ces liaisons permettent, moyennant le profil de came représenté sur la figure 43 :

— de réduire à leur minimum les dimensions et poids des organes, notamment en ce qui concerne les galets et came, en proportionnant, autant que possible, les efforts instantanés dans les organes, à leurs résistances correspondantes ;

— de diminuer considérablement les effets de l'inertie pour lesquels des dispositifs passifs doivent être prévus, c'est-à-dire la sollicitation due à l'inertie de l'ensemble tendant à séparer les galets de la came, et celle due à l'inertie polaire des galets tendant à les faire glisser sur celle-ci.

Soient F et I les efforts du galet sur la came correspondant respectivement à la pression dans les cylindres et à l'inertie, et C la capacité de charge de ce contact de roulement. Le diagramme 44, établi pour une rotation $\omega = 2\pi$ de la came, permet de comparer F+I et C, toutes choses égales d'ailleurs, dans le moteur du genre CAMINEZ déjà présenté (courbes 1) et dans l'agencement mixte (courbes 2).

Le rapport des aires $\int (F+I) d\omega$ et $\int C d\omega$, qui peut être choisi comme coefficient d'utilisation de la liaison galets-came passe, compte tenu des aires négatives, de 0,08 dans le premier cas à 0,47 dans le second.

Comme nous l'avons expliqué, les efforts qui auraient lieu réellement dans un moteur de ce genre dépasseraient les valeurs F+I de la tension initiale maintenant, en premier lieu, le galet et la came en contact permanent. On observe bien que ce « serrage », qui doit absorber les efforts négatifs, sera plus petit dans le genre mixte (courbe F+I n° 2) que dans la transmission par surfaces roulantes seules (courbe F+I n° 1).

LA SOUDURE AUTOGENE FRANÇAISE

Société Anonyme au Capital de 12 Millions de Francs

DIRECTION GÉNÉRALE : 75, Quai d'Orsay — PARIS (7^e)



AGENCE et ATELIERS de LYON

66, Rue Molière — Tél. : Moncey 14-51 — (R. C. Rhône 1840)

Directeur : LÉON BÉNASSY (1920)

Ingénieur : JEAN GONTARD (1920)

APPAREILLAGE :

SOUDURE oxy-acétylénique et Découpage

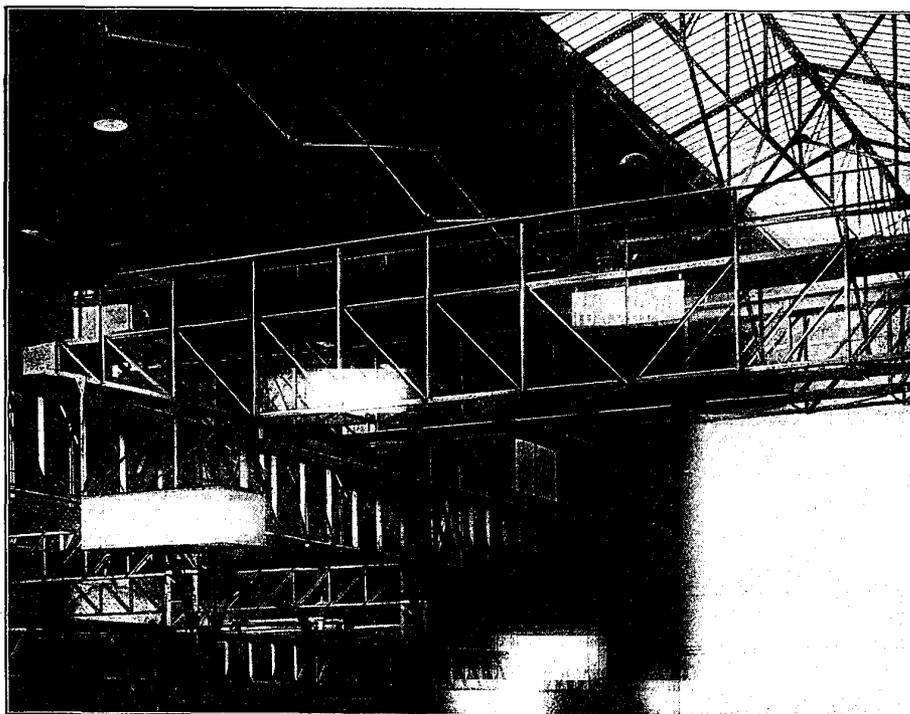
SOUDURE électrique à l'arc

SOUDURE à l'arc par l'hydrogène atomique

SOUDO-BRASURE métal BROX

MACHINES DE SOUDURE ET D'OXY-COUPAGE

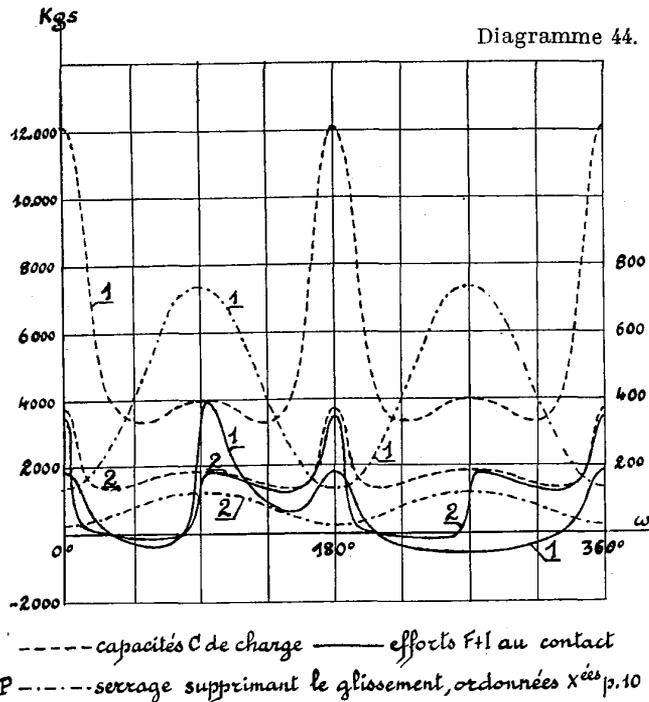
Métaux d'Apport contrôlés et Electrodes enrobées



HALL DE 2500 m². — Charpente et Pont roulant entièrement soudés.

DEMONSTRATIONS - TRAVAUX CHAUDRONNERIE SOUDÉE

Mais, de plus, ce serrage ne doit jamais être inférieur à une pression minimum P , comptée suivant la normale au contact, réalisant l'adhérence permanente (contact sans aucun glissement) du galet sur la came. On vérifie encore sur le diagramme 44 que P , dont la courbe est tracée avec une unité d'ordonnée dix fois plus grande que celle choisie pour $F+I$ et C , est encore bien plus petite dans le cas de la transmission mixte.



Notons, en passant, que ce dernier dispositif annulerait, théoriquement, tout effort latéral sur les cylindres et carters, et qu'il aurait un rendement organique d'environ 0,96.

Mais il importe surtout de remarquer que cette combinaison mixte schématique contient, en germe, les moyens de réduire les conséquences, sur le poids au CV du moteur, des deux coefficients :

— rapport $\frac{\text{pression maximum}}{\text{pression moyenne}}$ dans les cylindres ;
 et inertie.

Elle conduit donc, pour une course de piston donnée, au plus grand régime de rotation désirable et, pour une cylindrée déterminée, au mécanisme de poids minimum.

C'est un premier exemple de ce que l'on peut appeler la conception rationnelle des machines alternatives légères.

Il est regrettable qu'une telle méthode n'ait pas, jusqu'ici, été appliquée à la synthèse du moteur à feu interne. Mais il sera toujours temps de le faire, puisque les progrès que l'on peut en attendre seront d'autant plus grands que les régimes de rotation et taux de compression seront plus élevés.

Il reste à vérifier si l'étude des réalisations « conçues rationnellement », permet d'escompter des résultats supérieurs à ceux que promettent des mécanismes établis pour utiliser, le plus simplement possible, des

liaisons possédant des aptitudes exceptionnelles aux charges et régimes de rotation élevés.

Les premiers mécanismes seraient, par exemple, formés avec des liaisons galets-came du genre de celle que nous avons présentée comme perfectionnement du CAMINEZ, mais dont le coefficient d'utilisation des surfaces roulantes peut être porté, assez aisément, de 0,08 à 0,4.

Les seconds pourraient comporter des aiguilles, analogues à celles que l'on emploie dans certains roulements, dont le rapport de la capacité de charge au poids est très élevé, mais qu'il est très difficile d'utiliser convenablement.

D'excellents résultats nous ont paru, après une étude approfondie des diverses formes de réalisations envisageables actuellement, devoir être fournis par des agencements en quelque sorte intermédiaires entre les deux genres extrêmes précédents.

Caractéristiques des moteurs à quatre temps étudiés :

I. — L'ENCOMBREMENT

Les transmissions les plus intéressantes présentent la caractéristique commune d'être symétriques par rapport à l'unique arbre du moteur. L'on imagine aisément que seuls de tels groupements aient permis de simplifier les agencements complexes résultant de la méthode de conception.

Parmi ces ensembles, c'est la réunion de quatre cylindres qui, d'une manière générale, parut la plus avantageuse. Nous verrons que, d'autre part, ce petit nombre de cylindres satisfait de nombreux desiderata.

Les trois directions rectangulaires permettaient d'envisager trois manières de grouper les cylindres : en croix, en couronne et en barillet.

Le tableau I montre les défauts et avantages de chacune des trois dispositions.

Compte tenu des tendances actuelles de la technique, il fallait d'abord limiter la surface frontale. Celle-ci a été décomposée en :

a) section de passage de l'air de refroidissement, qui est sensiblement proportionnelle à la puissance totale du groupe moteur,

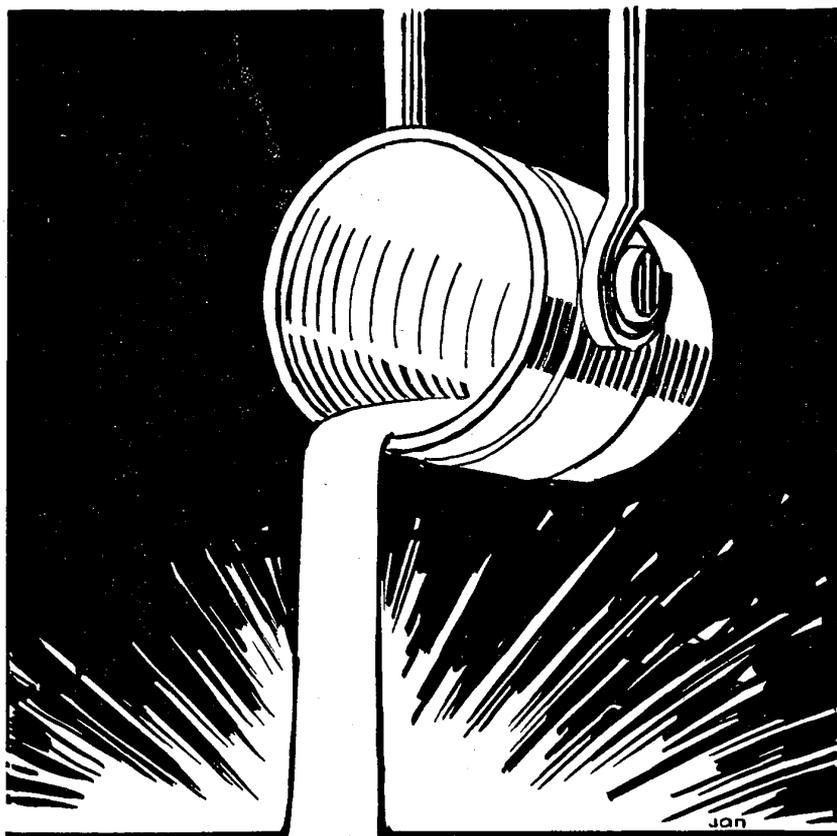
b) section des cylindres, qui est inversement proportionnelle à leur nombre et, pour un volume unitaire défini, à la longueur de la course du piston,

c) section des carters, à réduire le plus possible.

C'est le moteur en barillet (schéma 45) qui permet le capot de maître-couple minimum. Malheureusement, ses autres qualités (poids, prix de revient, etc.), sont moindres que celles des autres groupements, et il s'avère, avec les mécanismes imposés, d'un équilibre difficile.

La disposition en couronne (schéma 46), est aussi à rejeter. Bien que l'ensemble de ses qualités soit supérieur à celui de la formule précédente, la surface de ses carters et de ses cylindres de petit diamètre est prohibitive.

Le moteur en croix est nettement le plus avantageux des trois, comme le prouve le tableau I. On observera que, par rapport au moteur à 12 cylindres en



FONDERIES DE L'ISÈRE MITAL & MARON

S.A.R.L. CAPITAL : 1.500.000 FRANCS

LA VERPILLIÈRE (ISÈRE)

Siège Social ; 258, Rue de Créqui, 258

LYON

Téléph. { *La Verpillière. 16* Adresse Télégraphique :
 { *Lyon Parmentier 27-63* MARMIT-LYON

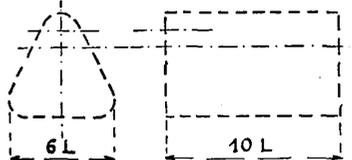
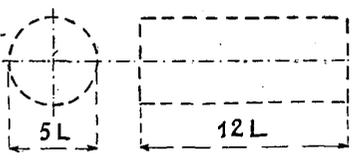
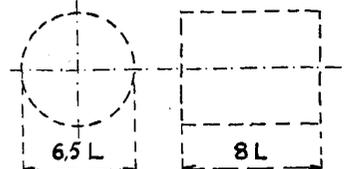
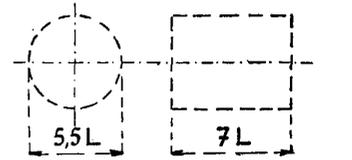
MOULAGE MÉCANIQUE

Pièces en fonte jusqu'à 500 Kg

TABLEAU I

Justification du choix entre les dispositions-types de cylindres pour les moteurs-éléments :

La comparaison est établie en choisissant des produits « cylindrée x rendement mécanique » égaux, toutes autres conditions restant identiques (régime de rotation, passage d'air, etc...)

Classe de mécanisme	Articulé asymétrique	Combinaisons mixtes de systèmes articulés et de surfaces roulantes		
Type du mécanisme	Bielle-vilebrequin et contrepoids (avec réducteur)	M i 11 (estimé le meilleur)	M i 54 (estimé le meilleur)	M i 22 (estimé le meilleur)
Nombre et disposition des cylindres	12 inversés à 60° (classique)	16 en 4 « barillets » de 4 en tandem	16 en 4 « couronnes » de 4 en tandem	16 en 4 « croix » de 4 en tandem
Croquis d'encombrement				
Rendement mécanique	0,80	0,88	0,92	0,92
Alésage Course	L par convention L par convention	0,90 L 0,90 L	0,7 L 2 courses 0,7 L	0,88 L 0,88 L
Poids	P par convention	0,65 P	0,55 P	0,5 P
Prix	C par convention	0,75 C	0,65 C	0,55 C
Surface frontale	cylindres 0,3S carters 0,3S passage d'air 0,4S Totale par convention S	cylindres 0,3S carters 0,15S passage d'air 0,4S Totale 0,85S	cylindres 0,6S carters 0,4S passage d'air 0,4S Totale 1,4S	cylindres 0,45S carters 0,15S passage d'air 0,4 S Totale S
Equilibrage	Satisfaisant	Nécessitant des contrepoids, et, malgré cela, toujours imparfait	Géométriquement parfait	Géométriquement parfait

Ce tableau permet de vérifier que l'ensemble des qualités du groupement de cylindres en croix est bien le meilleur. Pour juger des gains et avantages obtenus sur toute la ligne par les nouveaux mécanismes (poids, encombrement, prix, sécurité, etc..) il convient d'examiner avec soin les Tableaux II et III.

N° 29. — Juillet 1935.

T E C H N I C A

CHAUDIÈRES

CHAUDIÈRES WALTHER

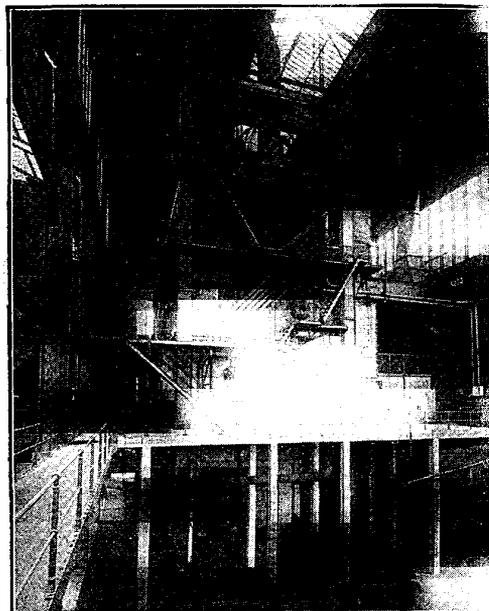
Types à tubes verticaux
à 2, 3 ou 4 collecteurs.

Type à sections.

CHAUDIÈRES PENHOËT

Type à faisceau vertical.

Type à sections.



GRILLES MECANQUES CHAUDIÈRES DE RECUPERATION

Centrale de Drocourt. 2 chaudières Walther
de 1300 m² timbrées à 35 HPZ.

Représentant à Lyon :
M. François CROCHET
62, rue Ferdinand-Buisson
LYON-Montchat

Société des
Chantier et Ateliers de
St-NAZAIRE PENHOËT
Société anonyme au Capital de
34.686.000 francs

Siège Social :
7, rue Auber, PARIS (9^e)

Téléphone :
Opéra 47-40 (3 lignes)
Inter-Opéra 3

Adr. Télég. :
Shipyards-Paris-96

Ateliers :
à St-Nazaire-Penhoët
(Loire-Inférieure)
Grand-Quevilly près Rouen
R. C. Seine 41-221

PENHOËT

PAUFIQUE FRÈRES

Maison fondée en 1845

Entreprises Générales

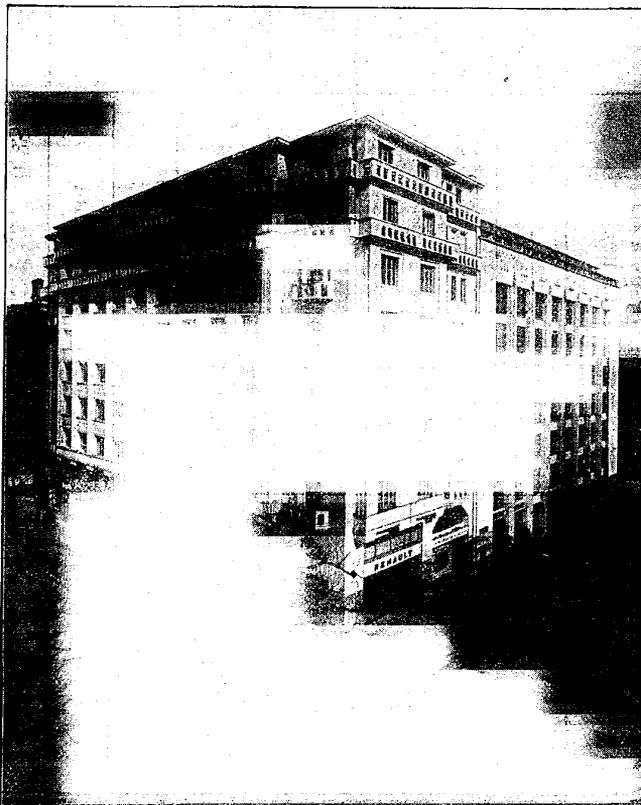
FUMISTERIE

LYON

13, Rue Grolée (2^e arr^e)
Téléph.: Franklin 16-47 et 47-34

MARSEILLE

46, Rue de la République, 46
Téléph.: 30-70



Anc^{ne} Maison Jules Paufique

Constructions Industrielles

BÉTON ARMÉ

PARIS

19, R. Godot-de-Mauroy (9^e arr^e)
Téléph.: Cst 38-36

BORDEAUX

1, Cours du Trente-Juillet
Téléph.: 69-23

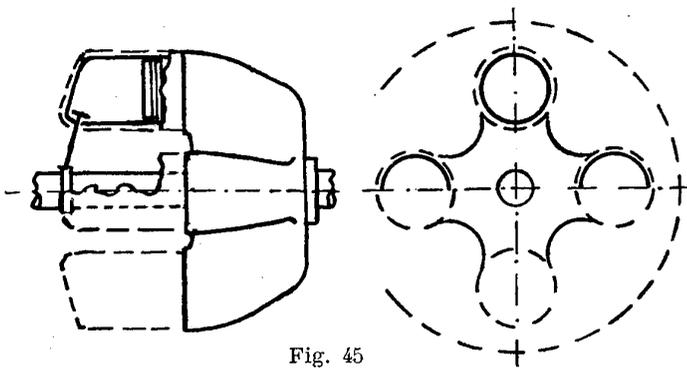


Fig. 45

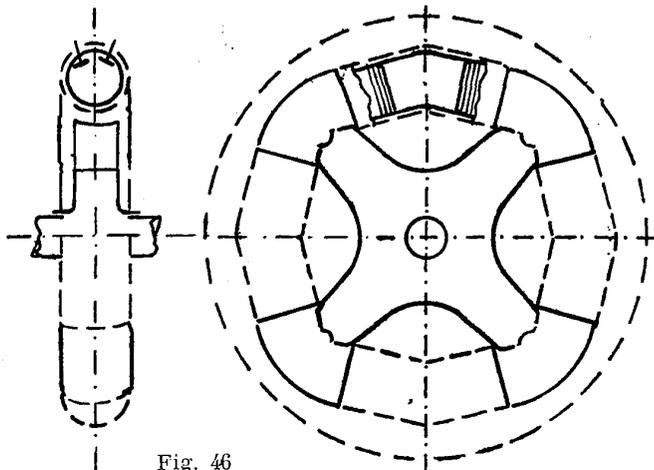


Fig. 46

V classique, il n'y a pas de progrès sur la résistance à l'avancement. Nous verrons que cela n'est plus vrai dans le cas des multimoteurs. Mais il convient de ne pas oublier que c'est seulement leur petit maître-couple qui a permis aux moteurs en ligne de maintenir leur position, malgré leurs poids, prix et rendement mécanique très désavantageux.

Le tableau II précise que le diamètre extérieur au moteur en croix est (figure 47), pour les mécanismes dont il est présentement question, et pour la même course, inférieur de 15 % à celui du moteur en étoile connu. Mais les moteurs du nouveau type, prévus pour être disposés en tandem, comportent une grande section de passage d'air. Et le tableau III fait ressortir que, toutes choses égales d'ailleurs, le gain sur la surface frontale est de 4/9.

II. — LE POIDS :

Les progrès par allègement sont très nets, même par rapport au moteur en étoile, formule orthodoxe la plus légère :

La suppression du réducteur et de l'arbre à cames (trains d'engrenages, arbres, roulements et carters) procure un premier allègement d'environ 15 %.

Le gain sur le rendement mécanique, la réduction des dimensions du carter (figure 47) et l'allègement sur le mécanisme lui-même portent le gain à 0,30.

Le tableau II permet de comparer les allègements réalisés avec chaque type de mécanisme.

III. — LA SECURITE :

Elle est d'autant plus grande que l'avion comporte un nombre plus grand de moteurs indépendants ayant eux-même le minimum d'organes.

Un des avantages des nouvelles transmissions mécaniques est de permettre de monter des arbres concentriques, c'est-à-dire d'avoir, sans dispositif supplémentaires, plusieurs moteurs en tandem actionnant des hélices indépendantes. Afin d'avoir des groupes motopropulseurs simples (allumage, carburation, compresseurs, hélices...), le nombre de ces moteurs multiples serait vraisemblablement réduit à deux (deux ou quatre éléments cruciforme en tandem au total), actionnant des hélices coaxiales tournant en sens inverse.

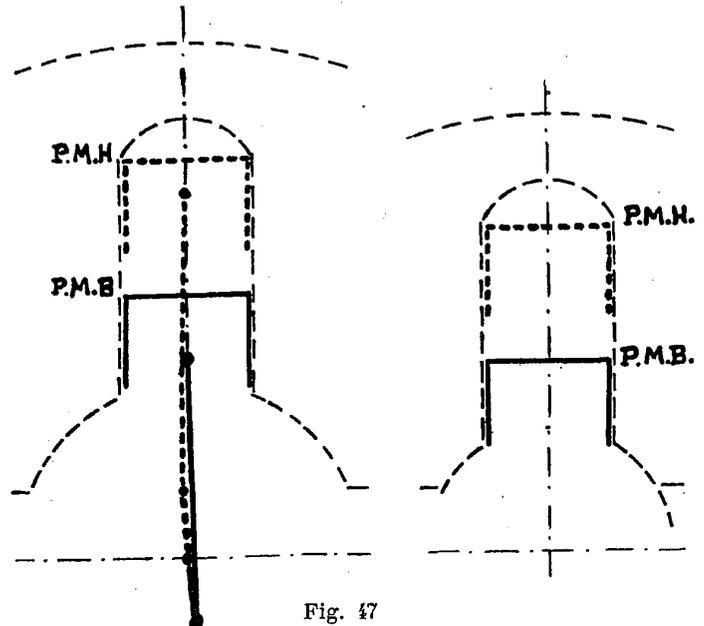


Fig. 47

L'actionnement direct d'un tel dispositif et la réunion de deux moteurs dans un même carénage constitue un gain supplémentaire sur le poids et la résistance à l'avancement, c'est-à-dire sur le rendement et l'économie générale de l'appareil.

Enfin, la substitution du roulement au glissement rendra le mécanisme plus résistant en cas de panne de graissage, de même que le rattrapage automatique des jeux. La sûreté de fonctionnement d'un élément sera elle-même très probablement plus grande que celle des moteurs actuels.

IV. — LE PRIX DE REVIENT

La suppression d'organes précitée fait que, malgré la cherté relative des nouveaux mécanismes qui, d'ailleurs, se passent de contrepoids, le coût total de fabrication serait notablement diminué.

Quoique les surfaces usinées et le nombre des pièces différentes soient plus petits, nous avons porté, pour tenir compte des dépenses de recherche et de mise au point, un prix au kg. fabriqué plus élevé (tableau III). De par la conception du moteur en éléments, il suffira probablement de deux modules de chaque pièce pour réaliser toutes les puissances, ce qui permet la standardisation, et l'abaissement du prix de revient par le travail en grandes séries.

La durée d'amortissement attribuable à ces nouveaux moteurs serait plus longue :

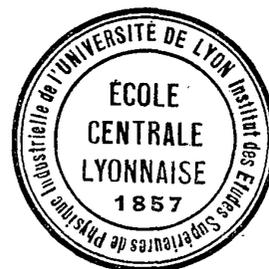
LES LABORATOIRES D'ESSAIS ET DE CONTROLE

DE LA

CHAMBRE DE COMMERCE DE LYON

installés dans les locaux de

L'ÉCOLE CENTRALE LYONNAISE



sont à la disposition des Industriels qui désirent soumettre les produits bruts ou manufacturés, les machines ou appareils à des Essais susceptibles de les qualifier.

ESSAIS

DES HUILES, GRAISSES ET PÉTROLES

METAUX : ESSAIS MÉCANIQUES
MÉTALLOGRAPHIE

COMBUSTIBLES SOLIDES ET LIQUIDES

MACHINES ÉLECTRIQUES

MOTEURS THERMIQUES

VENTILATEURS

COURROIES - RESSORTS

EQUILIBRAGE

VÉRIFICATIONS D'APPAREILS DE MESURES
ÉLECTRIQUES - MÉCANIQUES

ESSAIS A DOMICILE

ESSAIS SPÉCIAUX SUR DEMANDE

- Les Laboratoires sont libres de toute attache commerciale -

Le personnel est astreint au secret professionnel

Pour Renseignements et Conditions, s'adresser : ÉCOLE CENTRALE LYONNAISE, 16, rue Chevreul, LYON (VII^e)

TABEAU II
Valeurs du mécanisme traditionnel et des transmissions les plus caractéristiques étudiées par l'auteur.

Type du mécanisme	Système articulé dissymétrique	Transmissions par roulement (sauf quelques organes secondaires)		Combinaisons mixtes de systèmes articulés et de surface roulantes		
		C 27 figuré dans le présent article (abandonné)	C 30 (à galets de petit diamètre)	M e 4 (application simple des principes)	M i 22 (de conception spéciale)	M a 1 (à l'étude)
Dénomination du mécanisme	Bielles maîtresse et normales) vilebrequin et contrepoids					
Disposition des cylindres	5 en étoile	Groupes élémentaires de quatre cylindres en croix prévus pour être disposés en tandem, en nombre quelconque, indépendamment ou non.				
Poids de la liaison piston-arbre	p par convention (avec contrepoids)	1,3 p	0,9 p	0,85 p	0,7 p	0,6 p ?
Poids du moteur complet	P par convention (avec réducteur)	0,85 P	0,8 P	0,75 P	0,7 P	0,65 P ?
		(moteurs sans réducteur ni arbre à cames, avec carters réduits au minimum)				
Diamètre extérieur	D par convention	0,95 D	0,9 D	0,84 D	0,86 D	0,8 D ?
Prix du moteur	C par convention	C	1,1 C	0,9 C	0,95 C	0,85 C ?
Aptitudes aux hautes compressions	moyenne	mauvaise	moyenne	bonne	très bonne	très bonne ?
Aptitudes aux régimes élevés	médiocre	mauvaise	moyenne	moyenne	bonne	bonne ?
Rendement mécanique	0,85	0,92	0,88	0,92	0,92	0,90 ?
		pour des moteurs à régime élevé, toutes autres conditions équivalentes d'ailleurs				
Equilibrage	médiocre	mécanismes symétriques par rapport à l'axe de l'arbre : équilibrage parfait				
Constance du couple moteur	passable au régime de croisière	Passable aux grands régimes	Passable aux grands régimes	Bonne aux grands régimes	Bonne au régime de croisière	Bonne au régime de croisière ?
Entretien du mécanisme moteur	Réglages fréquents	Rattrapage automatique des jeux ; mécanismes s'usant peu : remplacements très rares				
Avantages particuliers		Sécurité sans préjudice sur le rendement général de l'avion et le prix du transport par la réalisation de groupes multiples en ligne				

Remarque : Ce tableau permet de comparer les types en tant que solutions du seul cycle à quatre temps.

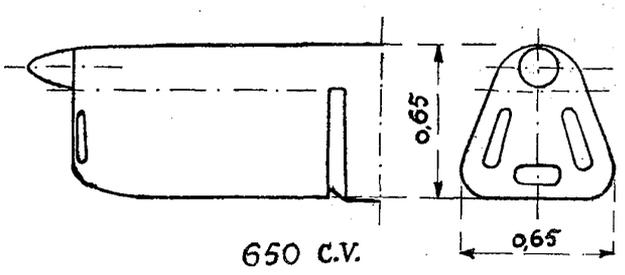
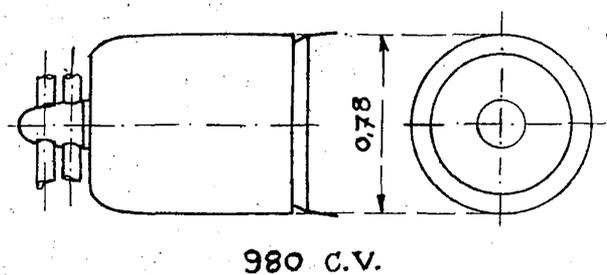
III

groupe établi avec l'un des nouveaux mécanismes :

On remarquera que les moteurs comparés correspondent à des régimes de rotation et pressions moyennes non encore utilisés couramment, mais qui le seront d'ici peu de temps.

Les chiffres cités découlent néanmoins non seulement

des bilans calculés par l'auteur et des essais de prototypes récents de moteurs poussés (Renault, Salmson, Fairchild...), mais aussi de la comparaison de matériels bien connus (Hispano, Gnôme-Rhône, Lorraine, Rolls-Royce, Wright, Pratt et Witney, etc...).

classiques contrepoids de vilebrequin	Avec mécanisme M i 22 (en X symétrique par rapport à l'arbre)
(section de passage à l'entrée du capot proportionnelle au nombre de cylindres ; le refroidissement est supposé également efficace dans chaque moteur).	
sur les pistons, au sol, sans compresseur (équivalent de puissance) et à pleine admission.	
environ 1.750 et 2.000 t.p.m. d'hélice	1.750 et 2.000 t.p.m. de l'arbre général
12 inversés en deux lignes en V à 60°	16 (quatre croix de quatre cylindres)
	
650 C.V.	980 C.V.
0,80 vilebrequin monté sur coussinets lisses	0,90 arbres généraux sur coussinets lisses
16,3 l. et 40 CV p. l.	21,7 l. et 45 CV p. l.
435 CV et 650 CV	650 CV et 980 CV
320 kgs et 0,490 kgs	240 kgs et 0,245 kgs
32 dm ² soit 0,05 dm ² par CV	48 dm ² soit 0,05 dm ² par CV
0,250 kgs au CV, soit 108 kgs	0,225 gr. au CV, soit 146 kgs
engrenages, ... nécessitant une surveillance remplacements fréquents.	Usures moins rapides, rattrapées automatiquement, pas de frottements importants
le moteur ne pouvant fonctionner plus de graissage étant arrêté.	Très améliorée : moteurs doublés, supportant plus longtemps la panne de graissage
105.000 francs soit 162 frs par CV soit 330 frs par kgs	85.000 francs soit 85 frs par CV soit 355 frs par kgs
Soient deux moteurs 6 cylindres de 325 CV. Suppléments de 15 % de poids et de prix, — de 10 % sur le maître-couple, — de 5 % sur la consommation.	Prévue dans la conception

ELECTRICITÉ —:— **courant continu, courant alternatif**

*Eclairage, Chauffage, Force motrice, toutes applications industrielles
Lyon et communes suburbaines*

COMPAGNIE DU GAZ DE LYON

5, Place Jules-Ferry, 5

JULIEN & MÈGE

R. JULIEN, E. C. L. 1928
22, Boulevard des Hirondelles —:— LYON
Téléphone : PARMENTIER 35-31

POMPES CENTRIFUGES "NEPTUNE"
A PISTON "GALLIA"
CHAUFFAGE "CALORY"

GROUPES SURPRESSEURS

MOTEURS TRIPNASES et MONOPHASES
Machines à coudre "SANDEM"

ÉLECTROVENTILATEURS

Le Conseil des Entreprises

Bureau technique d'Etudes de travaux en Ciment Armé

(Nombreuses et importantes références)

Entre autres: Ville de Lyon, Ville de Valence, Génie militaire, Postes et Télégraphes, Ponts et Chaussées, Acieries de la Marine, C^{ie} Générale de Navigation H. P. L. M. etc., etc.

Etudie tous travaux

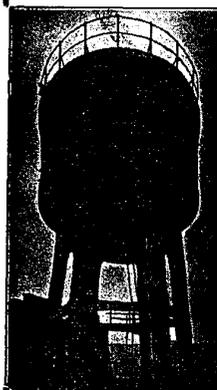
Bâtiments industriels, Réservoirs, Silos, Appontements, Fondation sur mauvais terrain, Conduites en charges, Cuves à liquides, etc.

G. MIZONY, Ing. (E.C.L. 1914) et (U.S.I.C.)

Expert près les Tribunaux

LYON - 1, Rue Laurencin, 1 - LYON

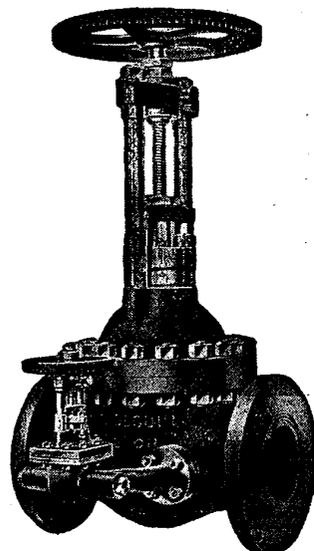
Téléphone : Franklin 35-01



Etablissements SEGUIN

SIÈGE SOCIAL
149, Cours Gambetta, 149
LYON

Agence générale
116, Boul. Richard-Lenoir
PARIS



Vannes à sièges parallèles pour vapeur 40 kg. 325°

**ROBINETTERIE
GÉNÉRALE**
pour Eau, Gaz, Vapeur

**VANNES
ET ACCESSOIRES**
POUR CHAUDIÈRES

Haute et basse pressions

VANNES SPÉCIALES
POUR
VAPEUR SURCHAUFFÉE

E. FOULETIER (Ing. E.C.L. 1902) **M. PIN** (Ing. E. C. L. 1908).
P. GLOPPE (Ing. E. C. L. 1920). **J. PIFFAUT** (Ing. E. C. L. 1925)



LES CABLES DE LYON

MANUFACTURE DE FILS ET CABLES ÉLECTRIQUES DE LA COMPAGNIE GÉNÉRALE D'ÉLECTRICITÉ

SIÈGE SOCIAL :
54, RUE LA BOÉTIE
PARIS

DIRECTION GÉNÉRALE ET BUREAUX :
170 - 172, AVENUE JEAN-JAURÈS
LYON

— du fait de la moindre usure du mécanisme (substitution du roulement au glissement pour les organes les plus surmenés, rattrapage automatique des jeux, réduction des efforts des pistons sur les cylindres, diminution des efforts dus à l'inertie, etc...)

— par suite de la formule plus moderne et des progrès réalisés (l'avance peut être de cinq à dix ans), qui empêcheront ces nouveaux moteurs de se démoder rapidement.

Conclusions :

On peut faire à ces mécanismes les mêmes reproches qu'à toute nouveauté :

- le coût des recherches,
- le risque des imprévus.

Il semble pourtant que tous les progrès de l'aviation soient dus, jusqu'ici, à des nouveautés, et fort hardies. Quant au coût des recherches, c'est un bilan

à établir à la suite des premiers essais, et à examiner.

Nous pouvons d'ailleurs supprimer, pour une très grande part, les dépenses de mise au point, et obtenir des résultats presque immédiats, *en utilisant seulement des types d'organes utilisés couramment dans l'industrie*. Nous pensons pouvoir en tirer prochainement un moteur à deux temps réalisant des *progrès considérables*, puisque, tout en utilisant l'huile lourde, il serait *plus léger, moins coûteux et bien moins encombrant que les moteurs à essence classiques*.

Il est d'ailleurs fort possible que ce dernier moteur, s'il fonctionne bien, ne soit pas seulement provisoire, mais constitue une solution définitive — si ce terme a une signification en aviation.

Car tous les techniciens s'accordent pour reconnaître que le cycle à deux temps, l'injection et sans doute l'emploi de l'huile lourde, seront, d'ici peu, mis au point d'une manière satisfaisante.

Edmond MAILLET, Ingénieur E.C.L. 1932.

Si une économie de 30 à 40 francs par tonne de charbon brûlé peut vous intéresser, tel est le résultat que vous obtiendrez en renonçant à la chauffe manuelle. Mais sachez choisir le foyer mécanique qui doit vous assurer cet avantage.

SYSTÈME DES FOYERS AUTOMATIQUES

CAPITAL : 18.000.000 DE FR.
19, RUE LORD-BYRON, PARIS (8^e) ATELIERS À ROUBAIX



AGENCE DU SUD-EST : M^r R. GRIEU
60, RUE NEY, LYON TÉL. LAL. 27-31

223

Société Anonyme des Établissements

FENWICK Frères & C^{ie}

Capital 5.800.000 Francs

Téléph : Vaudrey 4-77 -:- 112, Boulevard des Belges, LYON -:-

MAISON PRINCIPALE à PARIS
8, Rue de Rocey

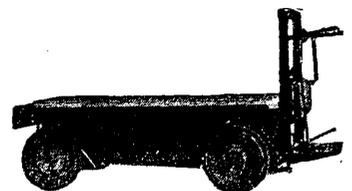
MACHINES-OUTILS, PETIT OUTILLAGE

Appareils de Levage et de Manutention

Matériel de Forge et de Fonderie

AIR COMPRIMÉ

Chariots Électriques





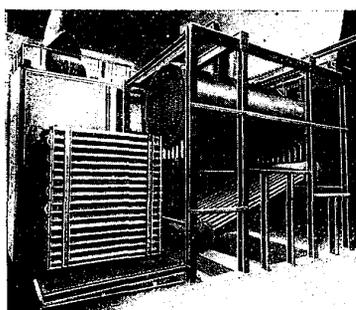
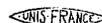
SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES

AGENCES A :

BORDEAUX . . .	15, cours G. Clemenceau	NANCY . . .	34, rue Gambetta
EPINAL . . .	12, rue de la Préfecture	NANTES . . .	4, rue Camille-Berruyer
LILLE . . .	433, rue du Molinel	ROUEN . . .	7, rue de Fontenelle
LYON . . .	16, r. Faidherbe (Textile)	STRASBOURG	18, boulevard Wilson
MARSEILLE	13, rue Grôlée	TOULOUSE . .	14, boulevard Carnot
	9, rue Sylvabelle		

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 114.750.000 FRANCS

Usines à **MULHOUSE** (Haut-Rhin) - **GRAPPENSTADEN** (Bas-Rhin) - **Cablerie à CLICHY** (Seine)
Maison à **PARIS** : 32, Rue de Lisbonne (8°)



Chaudière antitubulaire
avec son réchauffeur d'eau
en cours de montage (Centrale Markolsheim).

CHAUDIÈRES, MACHINES A VAPEUR

MOTEURS A GAZ ET INSTALLATIONS D'ÉPURATION DE GAZ
TURBO-COMPRESSEURS, MACHINES ET TURBO-SOUFFLANTES
TURBINES HYDRAULIQUES
FILS ET CABLES ISOLÉS ET ARMÉS POUR TOUTES APPLICATIONS

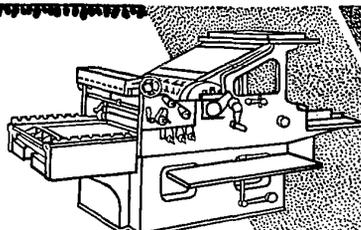
LOCOMOTIVES A VAPEUR MACHINES POUR L'INDUSTRIE TEXTILE

MACHINES-OUTILS

CRICS ET VÉRINS U.-G. - BASCULES - TRANSMISSIONS
POMPES ROTATIVES VOLUMÉTRIQUES " BIROTOR "

POUR LIQUIDES VISQUEUX, ESSENCE, ETC., ETC.
MACHINES ET APPAREILS POUR L'INDUSTRIE CHIMIQUE

Publicité A.G.E.P.P., 37, rue Marbeuf, Paris (8°)



G. DUNOIR (1926) DIRECTEUR COMMERCIAL
TÉLÉPHONE: PARMENIER 06-88
C/QUE POSTAL : LYON 152-05
R.C. LYON B.8470

IMPRIMERIE A. JUHAN & C^{IE}

S.A.R.L.
23-25, RUE CHALOPIN
LYON

TYPOGRAPHIE
LITHOGRAPHIE
GRAVURE
CLICHÉS SIMILI-TRAIT
TIRAGES EN COULEURS
CATALOGUES
JOURNAUX
AFFICHES
TOUS TRAVAUX
ADMINISTRATIFS
TOUTES FOURNITURES
POUR BUREAUX
ARTICLES DE CLASSEMENT

Anciens Établissements SAUTTER-HARLÉ

16 à 26, Avenue de Suffren, PARIS (XV°)

R. C. Seine 104.728



Tél. : Ségur 11-55

GROUPES ÉLECTROGÈNES

à turbines radiales à double rotation, système Ljungström, à très faible
consommation de vapeur, pour

Stations Centrales et Propulsion Électrique des Navires

APPAREILS ÉLECTROMÉCANIQUES DIVERS

224

CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES

• PLANCHERS ET CHARPENTES EN FER
Combles, Scheds, Installations d'Usines, Grilles, Serres, Marquises,
Vérandas, Rampes, Portes et Croisées en fer, Serrurerie

P. AMANT

INGÉNIEUR (E. C. L. 1893)

288, Cours Lafayette - LYON

Téléphone : MONCEY 40-74

Serrurerie pour Usines et Bâtiments

Rappel de notions d'Hydrodynamique

par M. René MONTFAGNON
Ingénieur E. C. L., Licencié ès-sciences
Ingénieur-Docteur

I. — FLUIDES PARFAITS.

Lorsqu'un domaine fluide est en mouvement par rapport à l'une au moins de ses frontières, la masse entière du domaine participe au mouvement, si le fluide considéré est un *fluide parfait*. Dans le cas des *fluides réels*, et si le domaine fluide est *pratiquement* infini, on peut considérer qu'une région seulement du domaine participe au mouvement.

MOUVEMENT DES PARTICULES FLUIDES. — Soient X_0, Y_0, Z_0 , les coordonnées du centre d'une particule fluide en mouvement à l'instant $t=t_0$, et x, y, z , ses coordonnées à l'instant t .

Dans le système de Lagrange, on prend comme variables : X_0, V_0, Z_0 et t . Autrement dit, on suit le mouvement de la particule qui à l'instant $t=t_0$ pris pour origine du temps, occupait la position X_0, Y_0, Z_0 .

Dans le système d'Euler, les variables sont : x, y, z, t . Autrement dit on considère le mouvement du fluide en chaque point fixe : x, y, z .

A l'instant t , les lignes tangentes aux vecteurs-vitesse en chaque point, ou *lignes de courant*, doivent satisfaire à la relation :

$$(1) \quad \frac{dx}{u(x, y, z, t)} = \frac{dy}{v(x, y, z, t)} = \frac{dz}{w(x, y, z, t)}$$

Dans le cas particulier où les vecteurs-vitesse sont indépendants du temps t , les lignes de courant coïncident avec les trajectoires (mouvement permanent).

MOUVEMENTS ROTATIONNELS, ET MOUVEMENTS IRROTATIONNELS. — Soient : u, v, w , les vitesses actuelles du centre C de la particule que, sans diminuer la généralité des raisonnements, on suppose à l'origine O des coordonnées. Les vitesses au point M (x, y, z) voisin de O sont représentées par les équations.

$$(2) \quad \left\{ \begin{array}{l} u' = u + \frac{\partial u}{\partial x} x + \frac{\partial u}{\partial y} y + \frac{\partial u}{\partial z} z. \\ v' = v + \frac{\partial v}{\partial x} x + \frac{\partial v}{\partial y} y + \frac{\partial v}{\partial z} z. \\ w' = w + \frac{\partial w}{\partial x} x + \frac{\partial w}{\partial y} y + \frac{\partial w}{\partial z} z. \end{array} \right.$$

dans lesquelles x, y, z sont très petits, et soient, d'autre part les expressions

$$\left. \begin{array}{l} \xi = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial w}{\partial y} - \frac{\partial v}{\partial z} \right) \\ \eta = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial u}{\partial z} - \frac{\partial w}{\partial x} \right) \\ \zeta = \frac{1}{2} \left(\frac{\partial v}{\partial x} - \frac{\partial u}{\partial y} \right) \end{array} \right\} (3) \text{ et } (4) \quad \left\{ \begin{array}{l} g_x = \frac{1}{2} \left[\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \right] \\ g_y = \frac{1}{2} \left[\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right] \\ g_z = \frac{1}{2} \left[\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right] \end{array} \right.$$

Les équations (2) peuvent se mettre sous la forme

$$(5) \quad \left\{ \begin{array}{l} u' = u + (\eta z - \zeta y) + \left[x \frac{\partial u}{\partial x} + y g_z + z g_y \right] \\ v' = v + (\zeta x - \xi z) + \left[x g_z + y \frac{\partial v}{\partial y} + z g_x \right] \\ w' = w + (\xi y - \eta x) + \left[x g_y + y g_x + z \frac{\partial w}{\partial z} \right] \end{array} \right.$$

La vitesse au point M apparaît comme la résultante de 3 éléments : Les premiers termes : u, v, w , correspondent à une *translation d'ensemble*. Les deuxièmes termes $(\eta z - \zeta y)$, etc., correspondent à une *rotation d'ensemble* de la particule autour d'un axe passant par le centre C, rotation dont la vitesse instantanée a pour composantes suivant les 3 axes : ξ, η, ζ .

Les troisièmes termes des deuxièmes membres représentent une *déformation orthogonale* de la particule.

Le vecteur de composante ξ, η, ζ , est appelé le *Vecteur tourbillon* Ω du champ des vitesses de la particule. Il est égal à la moitié du rotationnel du centre de la particule. En mécanique des fluides parfaits, la possibilité d'échanger de l'énergie par l'intermédiaire du fluide en mouvement, dépend de l'existence du vecteur-tourbillon, et de sa direction par rapport au vecteur-vitesse. On démontre que la divergence du vecteur-tourbillon est nulle en tout point d'une masse de fluide parfait. C'est-à-dire que :

$$(6) \quad \frac{\partial \xi}{\partial x} + \frac{\partial \eta}{\partial y} + \frac{\partial \zeta}{\partial z} = 0$$

Le mouvement est dit *rotationnel* si le vecteur-tourbillon n'est pas nul ; il est dit *irrotationnel* si $\xi = \eta = \zeta = 0$

Dans le cas des fluides parfaits, si $\text{Rot. } \vec{V} = 0$, il existe nécessairement un *potentiel des vitesses*, quand le mouvement est créé et entretenu par des forces qui admettent elles-mêmes un potentiel.

CIRCULATION, FLUX DE TOURBILLONS. — Soit C une courbe fermée quelconque, tracée dans le champ de vitesses à l'instant t . On appelle *circulation* le long de cette courbe C, l'intégrale curviligne :

$$(7) \quad C = \int_c u dx + v dy + w dz = \int_c \vec{V} ds.$$

Dans le cas des fluides parfaits, on démontre que la circulation le long d'une ligne fluide fermée est constante.

Formule de Stokes : S étant une surface limitée par une ligne fluide C, et C étant décrite dans le sens positif, on démontre que dans le cas des fluides parfaits :

$$(8) \quad C = \int_c \vec{V} ds = 2 \int_s \int_s \Omega_n d\sigma$$

L'ELECTRICITÉ DANS TOUTES SES APPLICATIONS

C. CHARREYRE & C^{IE}

Aug. VIGNAL, Ing. E.C.L. (1928) et I.C.F. — Ancien Elève de l'Ecole Supérieure d'Electricité

Toutes les installations de la Centrale à l'utilisation :

FORCE - LUMIERE - CHAUFFAGE

⋮

TELEPHONE

⋮

COMMANDES AUTOMATIQUES

⋮

INSTALLATIONS LUXUEUSES
et ORDINAIRES D'INTERIEUR

⋮

REPARATION DE TOUTES MACHINES

⋮

PROTECTION ANTIPARASITE conformément
à la LOI

Installation d'ANTENNES COLLECTIVES
ANTIPARASITES

Vous trouverez en nos magasins :

MOTEURS - Appareils de MESURE

⋮

FRIGIDAIRES - CUISINIÈRES - CHAUFFE-EAU

⋮

BOUILLIÈRES - CAFETIÈRES - FERS A REPASSER

etc.

⋮

POSTES de T.S.F.

⋮

LAMPES d'Eclairage (Conditions spéciales)

⋮

GRAND CHOIX de LUSTRIÈRE et LUMINAIRE

Modernes et de Style

⋮

et une nouveauté :

« LE RASOIR ELECTRIQUE ».

CONDITIONS SPECIALES A NOS CAMARADES

25 ANNEES DE REFERENCES DANS LA FRANCE ENTIERE — ETUDES GRATUITES

Bureaux et Magasins de Vente : 26, Place Bellecour — LYON F. 45-43

Ateliers et Dépôt : 16, Rue Dussaussoy

ESTAMPAGE Toutes pièces brutes ou usinées

Marteaux-Pilons à Estamper jusqu'à 8.000 kilos de puissance

VILEBREQUINS pour Moteurs Bruts d'Estampage
ou usinés

ATELIERS E. DEVILLE - GRAND-CROIX

Jean DEVILLE }
Louis DEVILLE } (Ingénieurs E. C. L. 1920)

Fondés en 1874

Téléphone N° 4

FIBRE ET MICA

Société Anonyme, Capital 1.500.000 francs

Rue Frédéric-Fays, VILLEURBANNE (Rhône)

PAPIER A LA GOMME LAQUE ET SYNTHÉTIQUE
TUBES, CYLINDRES ET PLAQUES PAPIER
PIÈCES MOULÉES, BORNES

Tous Travaux d'Isolation sur demande

Agence à PARIS : 52, rue d'Angoulême

Téléph. Roq. } 44-09
31-05

Téléph.: Villeurbanne 2-84

FONDERIE, LAMINOIRS ET TREFILERIE

Usines à PARIS et à BORNEL (Oise)

E. LOUYOT

Ingénieur des Arts et Manufactures

16, Rue de la Folie-Méricourt - PARIS

Téléphone : à PARIS 901-17 et à BORNEL (Oise)

Fil spécial pour résistances électriques. — Barreaux pour décolleteurs et tourneurs. — Anodes fondues et laminées. — Maillechort, Cuivre demi-rouge, Laiton Aluminium. — Argentan, Alpacca, Blanc, Demi-Blanc, Similor, Chrysocal, Tombac en feuilles, bandes, rondelles, fils et barres. — Aluminium strié pour marchepieds. — Joints et cornières. Nickel et alliage de cuivre et de nickel brut pour Fonderies. — Cupro-Manganèse.

Ω_n étant la projection du vecteur-tourbillon en M (x,y,z) sur la normale (α, β, γ) en ce point, à la surface S.

L'Intégrale $\iint \Omega_n d\sigma$ est le flux de tourbillons à travers la portion de surface S, ou intensité tourbillonnaire de cette portion de surface.

FLUX.— Soit S, une surface tracée dans la masse fluide. On appelle flux à travers la surface S, l'intégrale :

$$(9) \quad \iint_S (u\alpha + v\beta + w\gamma) d\sigma$$

α, β, γ , étant les cosinus directeurs de MV.

Si le vecteur-vitesse V est une fonction continue, admettant des dérivées partielles du premier ordre continues, on établit la Formule d'Ostrogradski :

$$(10) \quad \iiint_V \text{div. V. } d\tau = \iint_S V_n d\sigma$$

avec : $d\sigma$ = élément de surface ; $d\tau$ = élément de volume. Elle exprime que le flux à travers la surface fermée S, est égal à la somme des divergences de la vitesse dans le volume V limité par S.

PART CONTRIBUTIVE D'UN ÉLÉMENT DE TOURBILLONS.— Soit M' un point x'y'z' d'une masse tourbillonnaire ;

$\Omega(\xi, \eta, \zeta)$ le vecteur tourbillon du point M'. La part contributive de l'élément $d\tau'$ dans la vitesse d'une molécule M (x,y,z) est

$$\left[\frac{\Omega' MM'}{2\pi r^3} \right] d\tau'$$

La part contributive (vitesse induite) d'un volume tourbillonnaire T est, d'après la formule de BIOT et SAVART :

$$\vec{V} = \frac{1}{2\pi} \iiint_T \left[\frac{\Omega' \times MM'}{r^3} \right] d\tau'$$

RELATION DE LAPLACE. — S'il existe une fonction (x,y,z) dite potentiel des vitesses et telle que :

$$(11) \quad u = \frac{\partial\varphi}{\partial x} ; v = \frac{\partial\varphi}{\partial y} ; w = \frac{\partial\varphi}{\partial z}$$

et si le fluide est incompressible (divergence nulle) on démontre par la Transformation de Green que :

$$(12) \quad \frac{\partial^2\varphi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2\varphi}{\partial z^2} = 0 = \Delta\varphi.$$

Autrement dit : l'écoulement irrotationnel d'un fluide incompressible satisfait à la relation de Laplace. La fonction φ est dite harmonique.

ÉQUATIONS GÉNÉRALES DU MOUVEMENT DES FLUIDES PARFAITS. — Il suffit d'écrire qu'il y a équilibre entre les forces de pressions, les forces de masses, et les forces d'inertie. Dans le système des variables de Lagrange, les équations du mouvement s'écrivent :

$$(13) \quad \left\{ \begin{array}{l} X = \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} + \frac{d^2x}{dt^2} \\ \ll \text{ Expressions analogues pour Y et Z, composantes de la force de masse F (x, y, z) } \\ \ll \end{array} \right.$$

Dans le système des Variables d'Euler, ces équations s'écrivent :

$$(14) \quad \left\{ \begin{array}{l} \frac{\partial u}{\partial t} + \frac{\partial u}{\partial x} u + \frac{\partial u}{\partial y} v + \frac{\partial u}{\partial z} w = X - \frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial x} \\ \text{et deux autres expressions analogues.} \end{array} \right.$$

Il est aisé de faire apparaître ces dernières équations sous la forme vectorielle :

$$(15) \quad \left[\frac{\partial \vec{V}}{\partial t} + \frac{1}{2} \text{grad. } V^2 + \text{rot. } \vec{V} \cdot \vec{V} \right] = \vec{F} - \frac{\text{grad. } p}{\rho}$$

Entre les 5 variables : pression p, masse spécifique ρ , et les 3 composantes de la vitesse, on a les 3 relations 14). Pour que le mouvement soit entièrement déterminé, il faut établir deux autres équations qui seront : l'équation de continuité, et l'équation caractéristique.

Équation de continuité. Pendant le temps dt, l'accroissement de matière à l'intérieur d'un élément de volume $d\omega$, est égal à l'excès de la matière qui entre sur la matière qui sort dans le même temps. La loi de conservation de la matière donne :

$$(17) \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \text{Div. } (\rho u, \rho v, \rho w) = 0$$

En coordonnées cartésiennes, elle s'écrit :

$$(17) \quad \frac{\partial \rho}{\partial t} + \frac{\partial(\rho u)}{\partial x} + \frac{\partial(\rho v)}{\partial y} + \frac{\partial(\rho w)}{\partial z} = 0$$

Dans le cas d'un fluide incompressible, $\rho =$ constante, et on a :

$$(18) \quad \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0$$

Si V dérive d'un potentiel, on retombe sur la relation de Laplace.

Équation caractéristique. Elle exprime les propriétés physiques de la masse fluide. Il existe entre la pression p, la masse spécifique ρ et la température T, en un point quelconque de la masse fluide, une relation

$$(19) \quad F(p, \rho, T) = 0 \text{ appelée équation caractéristique.}$$

On est généralement obligé d'introduire une hypothèse supplémentaire pour éliminer la 6^e inconnue T, par exemple :

$$\frac{p}{\rho} = \text{constante} \quad \text{Transformation isotherme}$$

$$p = K\rho^\lambda \text{ avec } \gamma = C/c \quad \text{Transformation adiabatique}$$

$$p = K\rho^\mu \quad \text{Transformation polythropicque}$$

FORMULE DE BERNOULLI. — Si le mouvement est irrotationnel, c'est dire si $\xi = \eta = \zeta = 0$, la relation 14 s'écrit :

$$(20) \quad \frac{\partial}{\partial x} \left[\frac{\partial\varphi}{\partial t} + \frac{1}{2} V^2 - U + \int \frac{\partial p}{\rho} \right] = 0$$

et deux autres expressions analogues en $\frac{\partial}{\partial y}$ et $\frac{\partial}{\partial z}$ et dans lesquelles U désigne la fonction de force dont dérive la force de masse, c'est-à-dire : $F = -\text{grad. } U$

$$(21) \quad \frac{1}{2} \left[\left(\frac{\partial\varphi}{\partial x} \right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial y} \right)^2 + \left(\frac{\partial\varphi}{\partial z} \right)^2 + \frac{\partial\varphi}{\partial t} - U + \int \frac{\partial p}{\rho} \right] = 0$$

BREVETS D'INVENTION

MARQUES DE FABRIQUE

DESSINS ET MODELES

EN FRANCE ET A
L'ETRANGER



GERMAIN & MAUREAU
Ing. E. C. L.

CABINET FONDÉ EN 1849

MEMBRES DE LA COMPAGNIE DES INGÉNIEURS-CONSEILS EN PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

RECHERCHES
TRADUCTIONS
ACTES DE CESSION
CONTRATS DE LICENCE
CONSULTATIONS

sur toutes questions de
propriété commerciale et industrielle

31, rue de l'Hôtel-de-Ville, LYON - Tél.: Fr. 07-82

12, rue de la République, ST-ETIENNE - Tél.: 21-05

225

SIÈGE SOCIAL
PARIS
29, bd Haussmann

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE

Capital: 625 Millions de francs — Société Anonyme fondée en 1864

pour favoriser le
développement
du Commerce et de
l'Industrie
en France

AGENCE de LYON : 6, rue de la République (1^{er} arr^t)

Tél. Burdeau 50-21 (9 lignes). Changes : Burdeau 30-19 — Reg. du Com. n° 64462

MAGASINS DES SOIES : 7 rue Neuve (Burdeau 25-65) — 51, rue de Sèze (Lalande 63-56)

BUREAUX DE QUARTIER

- | | |
|--|--|
| • BROTTEAUX, 1, boul. des Brotteaux. Lalande 31-89 | • VILLEURBANNE, place de la Cité. Villeurb. 97-65 |
| • MORAND, 13, cours Morand. Lalande 08-61 | • OULLINS, place Raspail. Téléph. 35 |
| • PERRACHE, 19, rue Victor-Hugo. Franklin 23-10 | • VAISE, 41, quai Jayr. Burdeau 31-49 |
| • LAFAYETTE, 14, cours Lafayette. Moncey 29-09 | • GUILLOTIÈRE, 54, cours Gambetta. Parm. 23-64 |
| • JEAN-MACÉ, 7, place Jean-Macé. Parmentier 43-09 | • MONPLAISIR, 116, gde rue Monplaisir. Parm. 02-30 |
| • SAINT-FONS, 1, place Michel-Perret. Téléph. 8 | |

BUREAUX RATTACHÉS

- BOURGOIN (Isère) — • CHAZELLES-S-/LYON (Loire) — LAGNIEU (Ain)

BUREAUX PÉRIODIQUES

LES AVENIÈRES, ouvert le vendredi.

GRÉMIEU, ouvert mercredi.

AMBÉRIEU, ouvert tous les jours, sauf le samedi.

NEUVILLE-S.-SAONE, tous les jours, sauf le samedi.

SAINT-GENIS-LAVAL, ouvert le vendredi.

MONTALIEU, le vendredi et le samedi matin.

SAINT-RAMBERT-EN-BUGEY, le jeudi.

MIRIBEL, ouvert lundi et jeudi.

MEXIMIEUX, ouvert le mercredi.

SAINT-LAURENT-DE-CHAMOUSSET, ouvert le lundi.

ST-SYMPHORIEN-S.-COISE, ouvert le mercredi et vendredi.

CHARLY, ouvert lundi et jeudi.

MONTLUEL, ouvert le vendredi.

VAUGNERAY, ouvert le mardi.

VÉNISSIEUX, ouvert tous les jours, le matin seulement.

SERVICE DE COFFRES-FORTS

La Société Générale a installé, dans les sous-sols de son immeuble, 6, rue de la République, ainsi que dans les Bureaux marqués de ce signe (•), un service de coffres-forts pourvus de tous les perfectionnements modernes.

Si le fluide est incompressible, (21) s'écrit :

$$(22) \quad p/\rho = C + U - \frac{\partial \varphi}{\partial t} - \frac{1}{2} V^2; \quad C = \text{constante.}$$

D'autre part $\Delta \varphi = 0$, si le mouvement est permanent

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = 0 \text{ et :}$$

$$(23) \quad p/\rho = C + U - \frac{1}{2} V^2 \text{ (formule de Bernouilli.)}$$

Dans le cas particulier où la force de masse est la pesanteur, la formule de Bernouilli se met sous la forme :

$$(24) \quad \rho \frac{v^2}{2} + p + \rho g z = \text{constante appelée Charge totale.}$$

z , est la cote (altitude) du point considéré. Elle traduit qu'en tout point d'un tube de courant, la charge totale reste constante.

THÉORÈME D'EULER. — La formule de Bernouilli implique la conservation de l'énergie de chaque particule. Le théorème d'Euler est au contraire général ; c'est une application du théorème des quantités de mouvement projeté. (S'applique aux fluides réels.)

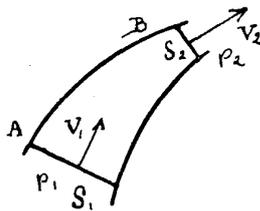


Fig. 1.

Un tube de courant mince est limité par deux sections S_1 et S_2 , normales à ses génératrices. Par hypothèse l'état permanent est établi. Dans l'unité de temps, entre dans le tube une masse m animée de la vitesse V_1 en S_1 . Il en sort une même quantité animée de la vitesse V_2 en S_2 .

Soient ΣF les forces de masse, p_1 et p_2 les pressions en S_1 et S_2 , ΣP , l'action des parois latérales du tube de courant. On a la relation :

$$(25) \quad m \left[\vec{V}_2 - \vec{V}_1 \right] = \Sigma \vec{F} + \Sigma \vec{P} + p_1 S_1 \vec{n}_1 - p_2 S_2 \vec{n}_2$$

n_1 et n_2 étant les vecteurs unitaires des normales aux surfaces S_1 et S_2 .

MOUVEMENTS ROTATIONNELS ET ÉCHANGES D'ÉNERGIE.

— Dans un fluide incompressible en mouvement, l'énergie d'une particule ne peut être constante qu'aux seuls points où le vecteur tourbillon est nul ou parallèle à la vitesse.

Ceci résulte immédiatement des équations d'Euler ; le mouvement étant permanent, et les forces de masse dérivant d'un potentiel (26) $[F = -\rho \text{ grad. } U]$, les équations d'Euler sous forme vectorielle s'écrivent : ($\frac{\partial v}{\partial t}$ étant nul)

$$(27) \quad \text{grad.} \frac{V^2}{2} + \left(\text{rot.} \vec{V} \cdot \vec{V} \right) = -\text{grad.} U - \frac{1}{\rho} \text{grad.} p.$$

Soit $H = V^2 + U + p/\rho$, l'énergie mécanique totale (1) de l'unité de masse du fluide (cinétique, potentielle, et de pression) (27) s'écrit :

$$(28) \quad \left(\text{rot} \vec{V} \cdot \vec{V} \right) = -\text{grad.} H. \text{ d'où le théorème précédent.}$$

Action d'un fluide sur les parois qui le limitent. Soit R la résultante des forces qui proviennent des réactions des parois solides (mobiles ou non) d'un élément de volume $d\omega$. Les équations d'Euler sous forme vectorielle s'écrivent :

$$(29) \quad R = \text{grad} \left[\frac{1}{2} V^2 + U + p/\rho \right] + \left[\text{rot.} \vec{V} \times \vec{V} \right]$$

Si on admet que la surface limitant l'élément $d\omega$ éprouve un déplacement de vitesse \vec{u} , et si \vec{u} est dirigé suivant une ligne d'énergie mécanique totale constante (c'est-à-dire, le long de laquelle (30) $\text{grad.} [V^2/2 + U + p/\rho] = 0$) la puissance fournie par la surface limitant $d\omega$ a pour valeur le produit scalaire de la force et de la vitesse, soit :

$$(31) \quad \rho \cdot d\omega \cdot R \cdot \vec{u} = \left[\text{rot.} \vec{V} \times \vec{V} \right] \cdot \vec{u} \rho d\omega$$

THÉORÈME DE KUTTA-JOUKONESKI. — Soit un obstacle cylindrique placé dans un écoulement cylindrique permanent, dont la vitesse V_0 à l'infini est normale aux génératrices de cet obstacle. On suppose le champ des vitesses, irrotationnel en dehors de l'obstacle.

Si le potentiel des vitesses est à détermination unique, on montre par application de la formule de Bernouilli, que la résultante des pressions suivant la direction de la vitesse à l'infini, est nulle (paradoxe de d'Alembert).

Si on admet un potentiel à détermination multiple (potentiel cyclique), ou ce qui revient au même, si on introduit une circulation autour de l'obstacle, on montre que, le fluide étant parfait, l'obstacle est soumis à une poussée (portance) dont la direction s'obtient en faisant tourner de $\pi/2$ le vecteur V_0 , en sens inverse de la circulation Γ .

La grandeur de cette résistance est égale à :

$$(32) \quad F(x) = \rho h V_0 \Gamma$$

h = longueur de l'obstacle suivant ses génératrices.

ρ = masse spécifique du fluide.

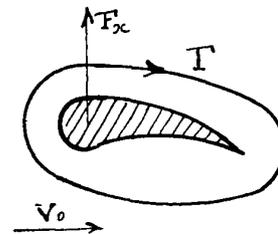


Fig. 2.

D'après ce théorème, la traînée est nulle.

(1) Cette définition de l'énergie mécanique totale n'appartient pas à la thermodynamique.

ATELIERS BONNET SPAZIN

LYON-VAISE

Société Anonyme au Capital de 2.250.000 frs. — Téléphone Burdeau **53.66** — R. C. 1356

CHAUDRONNERIE

ACIER

CUIVRE

ALUMINIUM

CHAUDIÈRES DUQUENNE

MULTITUBULAIRES VERTICALES
A HAUTE VAPORISATION
A ÉLÉMENTS INTERCHANGEABLES
PRESSIONS JUSQU'A 150 Kgs

SURCHAUFFEURS

RÉCHAUFFEURS D'EAU
RÉCHAUFFEURS D'AIR

2 CHAUDIÈRES DE 39000 KH.
POUR LA CENTRALE D'ALGER, C¹^e LEBON

GAZOMÈTRES

A JOINT DE GOUDRON, SYSTÈME M. A. N.

GAZOMETRES TÉLESCOPIQUES

APPAREILS
POUR L'INDUSTRIE CHIMIQUE

CONCENTRATION
EVAPORATION
DES LIQUIDES

PROTÉGER les Surfaces par la PEINTURE c'est prolonger la durée
de tout ce qu'on possède

INDUSTRIELS !

qui avez besoin de **PEINTURE**

Soit pour la FINITION de vos FABRICATIONS

Soit pour la PRÉSENTATION de vos PRODUITS

Soit pour L'ENTRETIEN de vos MATÉRIELS et de vos USINES

Adressez-vous aux Etablissements

CADOT FRÈRES

Tél. : Villeurbanne 92.07

Société à responsabilité limitée capital 800.000 francs

R.C. Lyon n° B. 8582

USINE et BUREAUX : 90, cours Tolstoï, VILLEURBANNE

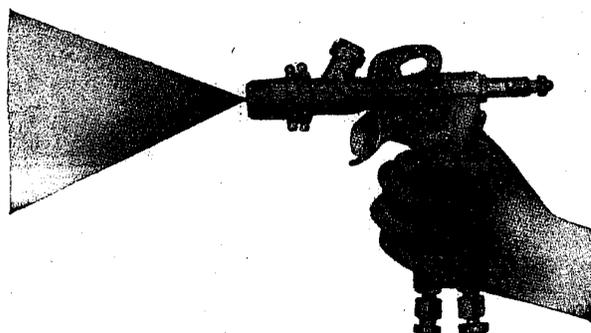
qui fabriquent toutes les peintures, les vernis,
laques, enduits, anti-rouille, pigments broyés,
etc., pour toutes applications.

au **PINCEAU**

par **IMMERSION**

par **PULVERISATION**

et qui mettent leurs services techniques et labo-
ratoire à votre disposition pour étudier tous les
problèmes qui vous préoccupent dans ces diffé-
rents cas.



II. — FLUIDE VISQUEUX.

FORCES DE VISCOSITÉ. — Aux faibles vitesses, on peut représenter convenablement les phénomènes, en posant que, le long d'un élément de surface $d\sigma$, séparant deux couches animées de vitesses parallèles à l'élément, s'exerce une force :

$$(33) \quad dF = -\mu \frac{d\vec{V}}{dn} d\sigma$$

avec : $d\vec{V}$ = variation de vitesse du fluide le long de l'élément dn de la normale à $d\sigma$; μ . est le coefficient de viscosité, il a pour dimensions : $L^{-1} MT^{-1}$. Ce coefficient dépend de la pression et de la température du fluide.

On appelle *coefficient de viscosité cinématique*, le rapport

$$(34) \quad \nu = \mu/\rho, \text{ de dimensions } L^2 T^{-1}$$

ρ , désignant la masse spécifique du fluide.

ÉQUATIONS GÉNÉRALES DU MOUVEMENT DES FLUIDES VISQUEUX. — La démonstration très laborieuse, à partir des équations de Lamé (Théorie de l'élasticité) exprime l'équilibre d'un petit parallélépipède sous l'action des forces superficielles et des forces de masse et d'inertie. On suppose que le fluide est isotrope ; on obtient :

$$(35) \quad \begin{cases} \frac{\partial N_1}{\partial x} + \frac{\partial T_3}{\partial y} + \frac{\partial T_2}{\partial z} = \rho (X - J_x) \\ \frac{\partial T_3}{\partial x} + \frac{\partial N_2}{\partial y} + \frac{\partial T_1}{\partial z} = \rho (Y - J_y) \\ \frac{\partial T_2}{\partial x} + \frac{\partial T_1}{\partial y} + \frac{\partial N_3}{\partial z} = \rho (Z - J_z) \end{cases}$$

Si le fluide était parfait, $N_1=N_2=N_3=p$ = pression
et $T_1=T_2=T_3=0$

Dans le cas des fluides visqueux, on a :

$$\begin{cases} N_1 = p - \lambda \theta - 2\mu \frac{\partial u}{\partial x} \\ N_2 = p - \lambda \theta - 2\mu \frac{\partial v}{\partial y} \\ N_3 = p - \lambda \theta - 2\mu \frac{\partial w}{\partial z} \end{cases} \text{ 36 et 37 } \begin{cases} T_1 = \mu \left(\frac{\partial w}{\partial y} + \frac{\partial v}{\partial z} \right) \\ T_2 = \mu \left(\frac{\partial u}{\partial z} + \frac{\partial w}{\partial x} \right) \\ T_3 = \mu \left(\frac{\partial v}{\partial x} + \frac{\partial u}{\partial y} \right) \end{cases}$$

$$\text{avec } \theta = \frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} \quad (38)$$

Si on suppose le fluide incompressible, $\theta=0$, et on a les équations de Navier :

$$(39) \quad \begin{cases} \rho \left[\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} \right] = \rho X - \frac{\partial p}{\partial x} - \mu \Delta u \\ \rho \left[\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} \right] = \rho Y - \frac{\partial p}{\partial y} - \mu \Delta v \\ \rho \left[\frac{\partial w}{\partial t} + u \frac{\partial w}{\partial x} + v \frac{\partial w}{\partial y} + w \frac{\partial w}{\partial z} \right] = \rho Z - \frac{\partial p}{\partial z} - \mu \Delta w \end{cases}$$

Les équations de Navier n'ont pu être intégrées que dans deux ou trois cas très particuliers, et encore introduit-on certaines hypothèses plus ou moins discutables.

ÉQUATIONS SIMPLIFIÉES DU MOUVEMENT. — Pendant longtemps, on a posé que les solutions de ces équations n'étant applicables que pour les petites vitesses (régime currentiligne), il était permis de négliger les termes d'inertie. Les équations se simplifient alors sous la forme :

$$(40) \quad \begin{cases} \frac{\partial p}{\partial x} = X + \mu \Delta u - \rho \frac{\partial u}{\partial t} \\ \frac{\partial p}{\partial y} = Y + \mu \Delta v - \rho \frac{\partial v}{\partial t} \\ \frac{\partial p}{\partial z} = Z + \mu \Delta w - \rho \frac{\partial w}{\partial t} \end{cases}$$

En fait, cette simplification est abusive, et on peut dire qu'en l'état actuel de nos connaissances, l'intégration des équations complètes est inextricable, ce qui diminue singulièrement leur intérêt. Il n'est d'ailleurs pas très sûr que ces équations traduisent exactement les phénomènes qu'elles prétendent représenter.

III. SILLAGE.

Comme la plupart des méthodes de mesures dans les fluides en mouvement nécessitent l'immersion de certains organes, nous rappellerons brièvement les perturbations déterminées par leur présence, sur l'écoulement primitif.

A) FLUIDES PARFAITS.

Paradoxe de d'Alembert. Soit U_0 la vitesse du fluide à l'infini, par rapport au corps solide. On suppose le fluide dénué de tourbillons de cavitations et de discontinuités. Si on admet purement et simplement les lois de l'hydrodynamique générale, le potentiel des vitesses dans ce domaine est une fonction harmonique, uniforme et régulière à l'infini. Par application de la formule de Bernouilli on démontre alors que la résultante de toutes les pressions, qui s'exercent sur l'obstacle suivant la direction de la vitesse, est nulle (Paradoxe de d'Alembert).

Cette proposition est en contradiction manifeste avec les résultats de l'expérience.

Théorie du Sillage (Lord Rayhigh, Kirchoff, Brillouin, Lévi, Civita, Villat). Pour échapper au paradoxe de d'Alembert, on imagine derrière l'obstacle une zone au repos et séparée du mouvement général par une surface de discontinuité sur laquelle la vitesse passe brusquement de la valeur 0 à la valeur U_0 ; λ s'étend à l'infini (*Paradoxe Brillouin*).

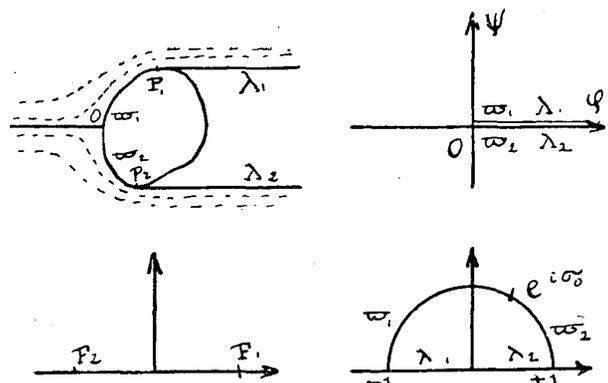


Fig. 3.



Les
7

11

22

“ TRACTION AVANT ”

sont synonymes de...

SÉCURITÉ,

CONFORT,

ÉCONOMIE.

SUCCURSALE DE LYON

35, Rue de Marseille

La plus grande Station-Service d'Europe

Exposition VOITURES OCCASION

(au 1^{er} étage)

Le mouvement du fluide est déterminé si on peut déterminer le potentiel complexe $f(z) = \varphi + i\psi$ (avec $z = x + iy$ et $u - iv = df/dz$). Pour simplifier, on suppose que $\rho = 1$ et $U_0 = 1 = df/dz$, puis on effectue la représentation conforme du plan des xoy sur le plan des $\varphi O \psi$ armé d'une coupure rectiligne le long de la partie positive de $O\varphi$. Les points φ_1 et φ_2 correspondant à P_1 et P_2 . On effectue ensuite la représentation conforme $f = F^2$ qui représente le plan de la variable f sur le demi-plan supérieur de la variable F ; $F_1 = \sqrt{\varphi_1}$ et $F_2 = -\sqrt{\varphi_2}$ correspondent à φ_1 et φ_2 . On effectue encore la représentation conforme $F = \frac{F_1 + F_2}{2} Z + \frac{F_1 - F_2}{2}$

qui transforme le demi-plan précédent dans le demi-plan supérieur de la variable Z , les points $Z=1$ et $Z=-1$ correspondant à F_1 et F_2 .

On pose $a = (F_1 + F_2) : 2$ et $\cos \sigma_0 = (F_1 - F_2) : (F_1 + F_2)$, ce qui donne :

$$F = a (Z + \cos \sigma_0)$$

Enfin, on effectue la représentation conforme $Z = -\frac{1}{2} (\xi - \frac{1}{\xi})$ qui transforme le demi-plan supérieur précédent dans le demi-cercle situé dans le demi-plan supérieur des ξ et limité au diamètre porté par l'axe des quantités réelles, les extrémités étant -1 et $+1$ et le point 0 correspondant au point à l'infini des représentations précédentes. Le point de bifurcation se trouve en $e^{i\sigma_0}$. On a finalement la relation :

$$f = a^2 (\cos \sigma_0 - \frac{1}{2} [\xi - \frac{1}{\xi}])^2$$

Cette transformation très laborieuse permet après des calculs non moins laborieux de calculer la résistance de l'obstacle, à l'aide de la formule de Bernouilli. Dans cette hypothèse, la résistance n'est plus nulle, mais la configuration admise ne représente qu'assez grossièrement les faits observés.

Il est alors permis de se demander si des calculs aussi ardu ne constituent pas de simples curiosités mathématiques. On s'exerce également sur le calcul de la résistance d'obstacles accompagnés à l'arrière de tourbillons alternés de Benard-Karman, tourbillons d'ailleurs constatés dans certains sillages.

B) FLUIDES RÉELS.

Nous nous limiterons au cas où le corps solide est un cylindre circulaire indéfini ; le problème est peu différent lorsqu'il s'agit d'une sphère.

Si on admettait les lois de l'hydrodynamique générale, la répartition des pressions en fonction de l'angle O serait donnée par la formule $p = p_0 + \rho U_0^2 / 2 [1 - 4 \sin^2 O]$, la courbe représentative est symétrique (paradoxe de d'Alembert).

Couche limite (Prandtl). L'expérience montre : d'une part que la résistance n'est pas nulle, d'autre part, qu'en avant de l'obstacle, les lignes de courant sont sensiblement celles qui résultent de l'existence d'un potentiel, au moins pour les petites viscosités (air, eau).

Mais la viscosité, pour petite qu'elle soit, exige que le fluide adhère à l'obstacle. A la surface même du corps, la

vitesse du fluide doit être nulle. Il existe donc une *couche limite* dans laquelle le gradient de la vitesse est énorme suivant la normale à sa surface. Dans cette couche très mince, le potentiel n'existe pas, la formule de Bernouilli

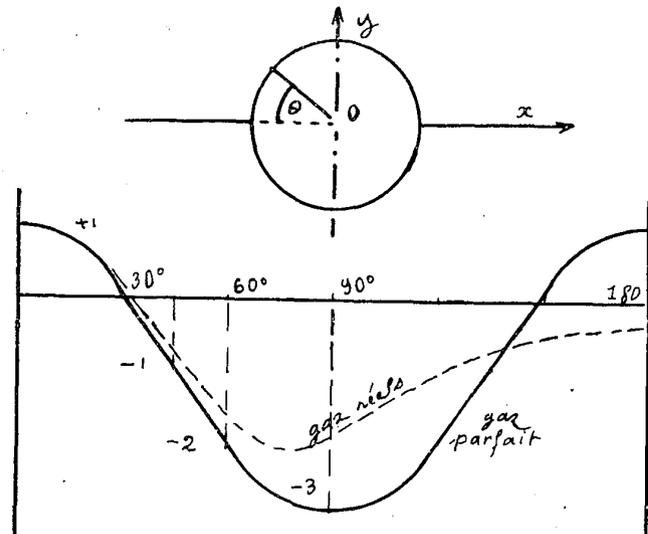


Fig. 4.

cesse d'être applicable. Enfin, la théorie cinétique des gaz montre que si la surface d'une frontière n'est pas parfaitement plane à l'échelle moléculaire, l'hydrodynamique qu'on en déduit n'est plus celle des fluides visqueux ; le milieu, a priori, n'a plus les propriétés d'un fluide.

Loin de l'obstacle, les équations d'Euler s'appliquent d'autant mieux que le fluide est moins visqueux ; on appelle ces régions *fluide libre*. Il faut toutefois se garder de voir dans le fluide libre un domaine absolument distinct de la couche limite ; ces deux régions ont un rapport très étroit. On peut en particulier considérer que la pression statique dans la couche limite est constante et égale à la pression statique dans le fluide libre voisin ; il n'y a d'ailleurs pas transition brusque entre les deux domaines mais un passage statistiquement continu quoique rapide.

Enfin, l'écoulement est conditionné pour les *conditions aux limites* ; or, parmi celles-ci, figurent non seulement la *forme de l'obstacle*, mais aussi l'existence d'un *sillage* qui dépend étroitement de la couche limite.

Sillage. L'existence de la couche limite permet d'expliquer certains phénomènes liés à la formation des sillages.

La vitesse du fluide étant nulle à la surface de l'obstacle, on montre que l'excès de pression à l'arrière du corps peut faire refluer vers D le fluide situé dans la couche

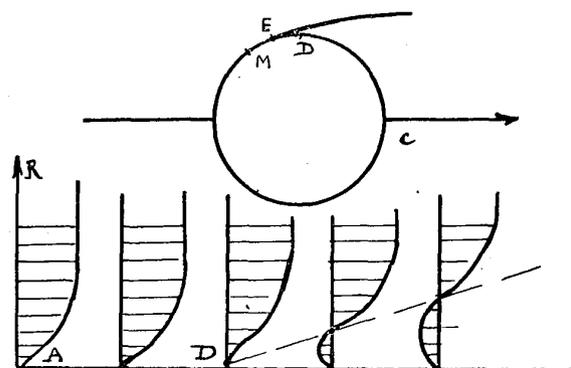


Fig. 5.

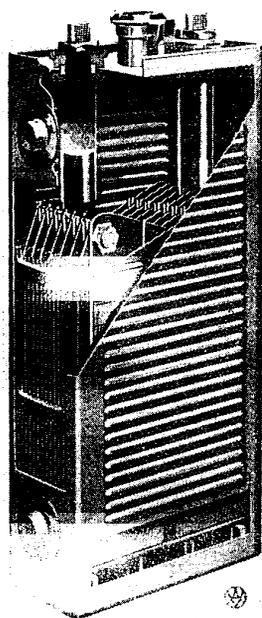
L'ACCUMULATEUR

S.A.F.T.

FER-NICKEL

CADMIUM-NICKEL

BATTERIES
FIXES
POUR TRACTION
ECLAIRAGE
TELEPHONE
LAMPES DE
RONDE, DE
SURETE, etc...



BATTERIES
DE
DEMARRAGE
"BLOCACIER"
POUR VEHICULES
TOURISMES
INDUSTRIELS
MOTO Etc...

SOCIÉTÉ DES ACCUMULATEURS FIXES ET DE TRACTION
Route Nationale - ROMAINVILLE (Seine)

L. CHAINE, Ing. E.C.L. (1912) 71, Rue de Marseille, LYON
Téléphone : Parmentier 36-63

Le Segment B.I.R.A

1^{er}
racleur

étonne
ceux qui
l'emploient

2

RACLEURS



LIVRABLE
COTES SÉRIE
ET RÉPARATION
POUR
CITROËN
RENAULT
PEUGEOT
ROSENGART
MATHIS
FORD

...donne
l'étanchéité parfaite

Supprime les
remontées d'huile

Augmente le
rendement.

Diminue la
consommation
Huile: 90%. Essence: 20%

LE SEGMENT B.I.R.A
Avenue de Montélimar
VALRÉAS (Vaucluse)

DEMANDEZ NOTICE. TARIF
RÉFÉRENCES. FRANCO

Pub. G.S

J. PAILLASSON, (E.C.L. 1910) 215, rue Vendôme, LYON - Tél. Latande 25-81

230

ARTHAUD & LA SELVE
LYON

Téléphone : Parmentier 25-78

Commerce des Métaux bruts et ouvrés :

Plomb, Zinc, Etain, Cuivre rouge en tubes et feuilles, Tubes fer, Tôles noires, étamées, galvanisées, Fers-blancs.

Usine à Neuville-sur-Saône :

Plomb de chasse marque « au Lion », Plomb durci, Plomb en tuyaux, Plomb laminé en toutes dimensions et épaisseurs, Soudure autogène.

Fonderie, 12, rue des Petites-Sœurs :

Fonte de métaux, Oxydes, Peroxydes, Plomb antimonieux, Plomb doux, Zinc en plaques, Lingots de cuivre rouge, jaune, Bronze aluminium, Antifriction, Alliages pour imprimerie, etc.

DÉPÔT DES ZINCS
DE LA SOCIÉTÉ DE LA VIEILLE MONTAGNE

BUREAUX ET MAGASINS :

82, rue Chevreul et rue Jaboulay, LYON

AGENCE MARITIME, TRANSPORTS INTERNATIONAUX
AGENCE EN DOUANE

R. MOIROUD & C^{IE}

Société à responsabilité limitée au Capital de 1.000.000 de francs

31, rue de l'Hôtel-de-Ville, LYON

AGENTS DES COMPAGNIES :

American Express Co. — American Line. —
Canadian Pacific Railway. — Canadian Pacific Express Co. —
General Steam Navigation Co. — Leyland Line. — Lloyd
Royal Hollandais. — Peninsular & Oriental S. N. Co. — Red
Star Line. — Royal Mail Steam Packet Co. — Union Castle
Line. — Ward Line. — White Star Line. — White Star Domi-
nion Line. — Panama Pacific Line. — C^{ie} de Navigation
Nationale de Grèce.

Service Rapide, par messagers, pour

PARIS, GRENOBLE, MARSEILLE,
ROMANS, BOURG-DE-PÉAGE,
NICE ET LITTORAL, ET VICE-VERSA,
L'ANGLETERRE, LA BELGIQUE, LA HOLLANDE,
LA SUISSE, L'ITALIE

SERVICES PAR AVIONS pour l'Angleterre, la Belgique, la
Hollande, l'Allemagne, la Pologne, la Tchécoslovaquie,
l'Autriche, la Hongrie, la Roumanie, la Turquie, le
Danemark, le Maroc.

Services spéciaux de groupages pour :
l'Angleterre, la Belgique, la Hollande, la Suisse, l'Italie,
l'Espagne, l'Autriche, la Pologne, les Pays Scandinaves,
les Pays Balkaniques, etc...

Télégr : Duorion-Lyon. Tél. Franklin : 56-75 (4 lignes)

André TENET (1914) Ingénieur E. C. L.

limite. Quand, dans la couche limite, se produisent des courants de retour, elle décolle sous un angle fini, et donne naissance à des tourbillons décelables.

Il se produit alors à l'arrière de l'obstacle, un volume tourbillonnaire qui constitue le *sillage ou fluide mort*.

Le point de décollement D doit forcément être à l'aval du point E, où la pression est minimum.

La forme du sillage, pour un même obstacle, varie d'ailleurs avec les autres conditions d'expérience.

Nombre de Reynolds. L'analyse dimensionnelle permet de mettre en évidence certains groupements particuliers de variables, et suggère des formes déterminées pour l'expression des lois. Il n'est peut-être pas de domaine où l'analyse dimensionnelle ait rendu plus de services qu'en Mécanique des fluides.

Par exemple, la force exercée sur le cylindre, par unité de longueur, est évidemment une fonction de la vitesse U_0 à l'infini, de la viscosité du fluide μ , de sa masse spécifique ρ et du diamètre D du cylindre : $F=f(U_0, \mu, \rho, D)$ fonction qui peut s'écrire : $F = \Sigma. A. V^x \mu^y \rho^z D^t$.

Les dimensions de la force sont $L^2 MT^{-2}$, et le calcul montre que le terme général de F est de la forme :

$A \frac{\rho V^2}{2} D \left(\frac{\mu}{VD\rho} \right)^y$ et en posant $\nu = \mu/\rho$ ($\nu =$ viscosité cinématique) on a :

$$F = \frac{\rho V^2}{2} \cdot D \cdot f_1 \left(\frac{VD}{\nu} \right)$$

La fonction f_1 , appelée coefficient de résistance unitaire, est une fonction sans dimensions. La force F dépend du groupement $\frac{VD}{\nu}$, qui joue un rôle considérable en Hydrodynamique appliquée, et qui est appelé : *nombre de Reynolds* (N. ou R.).

Le problème revient donc, dans chaque cas, à déterminer la fonction $f_1(VD/\nu)$. On voit de plus que le coefficient de résistance unitaire :

$$R = \frac{F}{\frac{\rho V^2 D}{2}} = f_1 \left(\frac{VD}{\nu} \right) \text{ dépend uniquement du nom-}$$

bre de Reynolds.

Dans le cas où l'obstacle n'est pas cylindrique, D désigne une diminution caractéristique de cet obstacle, et la résistance moyenne par unité de surface $R = \frac{F}{\rho V^2 / 2} =$

$f_1 \left(\frac{VD}{\nu} \right)$ est encore une fonction de $V \cdot D / \nu$.

Nombre de Sarrau. Jusqu'à présent, on a négligé la compressibilité du fluide. Cette approximation est souvent légitime, mais il existe des phénomènes qui sont sous la dépendance directe de cette compressibilité. C'est le cas lorsqu'on étudie la propagation des ondes de pression, la détente des gaz fortement comprimés (Tuyères) et enfin la résistance des obstacles aux grandes vitesses (avions) (projectiles).

Soit K le coefficient de compressibilité du fluide, on sait que si a désigne la célérité du son dans ce même fluide, on a : $1/a^2 = K\rho_0$; ρ_0 étant la masse spécifique du fluide.

On peut donc définir la compressibilité d'un fluide par la célérité du son : $a = 1/\sqrt{K\rho_0}$.

Si on écrit alors que la résistance de l'obstacle dépend de U_0, μ, ρ, D et a , l'analyse dimensionnelle montre que

$F=f(U_0, \mu, \rho, D, a)$ peut se mettre sous la forme :

$$F = \frac{\rho V^2}{2} D \cdot f_2 \left(\frac{VD}{\nu}, \frac{V}{a} \right) \text{ qui donne :}$$

$$R = \frac{F}{\frac{\rho V^2}{2} D} = f_2 \left(\frac{VD}{\nu}, \frac{V}{a} \right)$$

Pour un obstacle non cylindrique :

$$R = \frac{F}{\frac{\rho V^2}{2} L} = f_2 \left(\frac{VD}{\nu}, \frac{V}{a} \right)$$

Le coefficient sans dimensions V/a est appelé *nombre de Sarrau*.

Par conséquent, aux grandes vitesses, un écoulement est caractérisé par le nombre de Reynolds, et le nombre de Sarrau. Son étude devient alors extrêmement difficile et l'étude d'une famille d'obstacles semblables ne paraît pas être dans les possibilités techniques actuelles. Les recherches sont cependant facilitées par le fait que, lorsque intervient la compressibilité du fluide, l'influence de la viscosité varie peu, et on peut simplifier le problème

en posant : $R = \frac{F^2}{\rho V^2 S} = f_2 \left(\frac{V}{a} \right)$ (*cas des projectiles*).

C) EXISTENCE DE PLUSIEURS RÉGIMES D'ÉCOULEMENT.

1° *Sphère aux petites vitesses. Régime de Stokes.* En partant des équations simplifiées (en négligeant les termes d'Inertie des équations fondamentales) Stokes a donné une solution classique. Oseen a montré que cette solution était théoriquement incorrecte. A son tour, il a fourni une théorie qui supprime une contradiction à grande distance, mais elle ne fournit pas une explication des phénomènes à petite distance.

La théorie de Stokes exige la symétrie des lignes de courant ; l'expérience montre que la symétrie est d'autant plus vérifiée que le nombre de Reynolds est plus petit.

APPAREILS SPÉCIAUX ÉCHANGEURS de TEMPÉRATURE

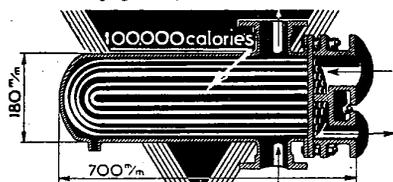
IRIGNY RHÔNE
TÉLÉPHONE : 12 TÉL. ASET-IRIGNY



ÉCHANGEUR A CONTRE-COURANT

PAR EXEMPLE :

Son rendement : 1 - Son encombrement : 180 - 700^m.
Son poids : 55 kgs - Sa pose : un instant
Son réglage souple et sensible à ± 2°



PRINCIPALES FABRICATIONS

TUYAUX A AILETTES TOUS MODELES - ÉVAPORATEURS - CONDENSEURS
AÉROTHERMES - AÉROCONDENSEURS - AÉROFRIGÉRANTS - AÉROFILTRÉS
ÉCHANGEURS A CONTRE-COURANT POUR TOUS LIQUIDES - FRIGORIFÈRES
TOUS SERPENTINS FRIGORIFIQUES ACIER OU CUIVRE - RECHAUFFEURS D'AIR

AGENCES : PARIS - LYON - MARSEILLE - BORDEAUX - NANTES - NANCY

CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE

"CALOR"



Exiger la Marque



sur les Appareils

Fers - Fourneaux - Bouilloires
Radiateurs

Douche à air chaud et froid

DEMANDER LE CATALOGUE R

"CALOR" - 200, RUE BOILEAU - LYON
PINATELLE Jean (Ingénieur E.C.L. 1931)

E^{TS} PONCET - LACROIX

PONCET & DE LESTRADE, Succ^{rs}

TOUTES INSTALLATIONS ÉLECTRIQUES

BIEN ETUDIÉES

SOIGNEUSEMENT EXÉCUTÉES

Tél. Lalande 63-75

11, avenue de Saxe, LYON

Tél. Lalande 63-75

BREVETS D'INVENTION
MARQUES - MODÈLES

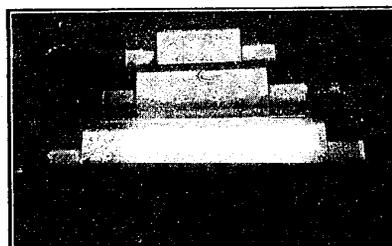
JH. MONNIER

E. C. L. 1920 - Licencié en Droit
15 ANNÉES D'EXPERIENCE

Moncey 52-84

150, Cours Lafayette LYON

FONDERIE DE FONTE ET ACIER
VANNEY-MICHALLET
SAINT-CHAMOND (Loire)



SPECIALITÉS :
CYLINDRES
DE LAMINOIRS
LINGOTIÈRES

ENGRENAGES BRUTS OU TAILLÉS

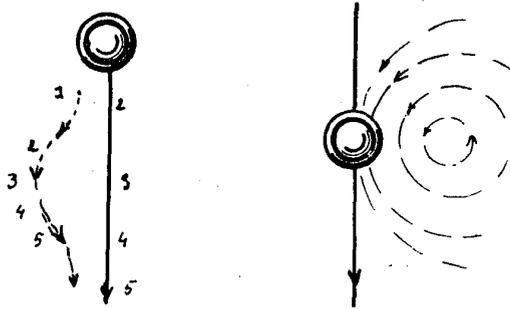


Fig. 6.

L'hypothèse de Stokes exige de plus (si on suppose une sphère mobile dans un milieu immobile au loin) que les vitesses des particules aient une composante toujours dirigée vers le bas (sphère descendante).

L'expérience montre, au contraire, l'existence d'un anneau de tourbillons.

D'après les théories de Stokes et d'Oseen, la résistance est proportionnelle à $V.U.D.$ Cette loi est confirmée par l'expérience, mais il y a litige en ce qui concerne le coefficient.

Stokes et Oseen aboutissent à $R=3\pi. V.D.U.$, ce qui n'est pas toujours vérifié. Les écarts viennent probablement de ce que la viscosité déterminée par l'écoulement dans les tubes capillaires peut différer de celle déterminée par la vitesse de chute d'une bille (cas des liquides). Ces mesures sont d'ailleurs extrêmement délicates.

Régime turbulent. Régime intermédiaire. Lorsque le nombre de Reynolds augmente, on constate qu'à partir d'une certaine valeur (qui est de l'ordre de 2.400), la résistance est proportionnelle à $\rho U^2 R^2$ ($R =$ rayon de la sphère) c'est-à-dire à $\rho S U^2$; on constate de plus la présence d'un sillage et d'une couche limite. Le régime est dit *Turbulent*.

On appelle régime *intermédiaire*, le régime currentiligne qui succède au régime de Stokes, et qui précède l'apparition des volumes tourbillonnaires caractéristiques du sillage, donc du régime turbulent.

Des expériences ont montré que le régime intermédiaire n'est pas caractérisé par une résistance proportionnelle à $U \sqrt{U}$, comme certains auteurs l'ont proposé.

Existence de plusieurs régimes d'écoulements turbulents. Résultats d'EIFFEL-PRANDTL. 1° Tant que le nombre de Reynolds reste < 50.000 , on constate, dans le sillage, l'existence d'une *atmosphère* dont les dimensions sont de l'ordre de celles de l'obstacle (écoulement à *tourbillons fixes*).

2° Au delà, le sillage s'allonge brusquement, et des tourbillons alternés se détachent de l'obstacle. Suivant le cas, les fragments de la couche tourbillonnaire qui se détache, forment soit une couronne qui peut subsister en petits tourbillons distincts, ou bien se rassembler en un tourbillon unique, ou encore présenter un tourbillon central entouré d'un anneau de tourbillons satellistes. Ces tourbillons sont appelés *tourbillons libres*.

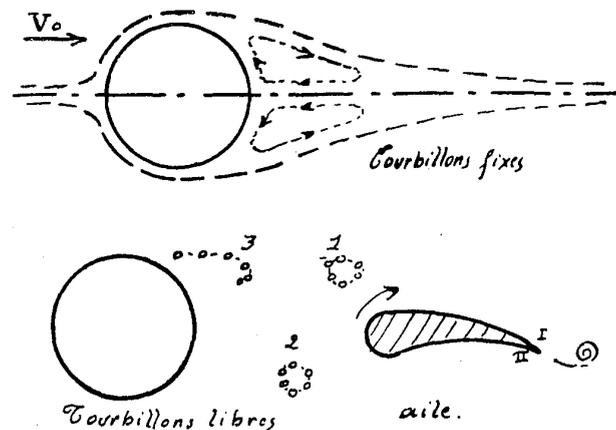


Fig. 7.

L'azimut du décollement est légèrement $< 90^\circ$. A ce stade, le coefficient de résistance varie peu, et reste voisin de 1, 2.

[Lorsque l'écoulement est dissymétrique, il arrive généralement que la vitesse extrados n'est pas la même que la vitesse intrados (ailes d'avion), la couche de passage entre les régions (I et II) est rotationnelle; quand les tourbillons se détachent, ils emportent avec eux leur circulation, et corrélativement, une circulation de sens inverse est liée à l'aile, déterminant une portance. Il y a évidemment une limite au départ de ces tourbillons, donc à la circulation.]

Au delà d'une valeur critique $N < 200.000$, le point de décollement est reporté vers l'arrière, le coefficient de résistance diminue très brusquement de 1,2 pour $N=200.000$ à 0,3 pour $N=500.000$. Au delà le coefficient augmente légèrement.

Ce phénomène est dû à la *turbulence de la couche limite*. Lorsque la couche limite n'est pas turbulente, on est dans le régime de grande résistance; quand la couche limite est turbulente, on est dans le régime de faible résistance.

Entre les valeurs $N=200.000$ et $N=60.000$, les deux régimes sont possibles, ce qui explique les divergences des anciennes expériences.

Structure interne du vent. On peut créer artificiellement une turbulence systématique du vent, par exemple, en lui faisant traverser un réseau de ficelles en avant de l'obstacle. Pour un nombre de Reynolds voisin de 200.000, ce simple artifice fait tomber la résistance de moitié.

Un simple fil placé en arrière de la ligne de décollement suffit pour faire tomber la résistance à sa plus petite valeur, même pour $N=100.000$.

On voit combien peut varier l'aspect du phénomène, en modifiant les conditions d'expérience d'une manière en apparence insignifiante.

CAMARADES. INDUSTRIELS
POUR
TOUTES VOS CONSTRUCTIONS
CONSULTEZ

BONNEL PERE & FILS

Ingénieurs-Constructeurs (ECL 1905 et 1921)

Société à Responsabilité limitée capital 500.000 francs

Téléphone Parmentier 46.89

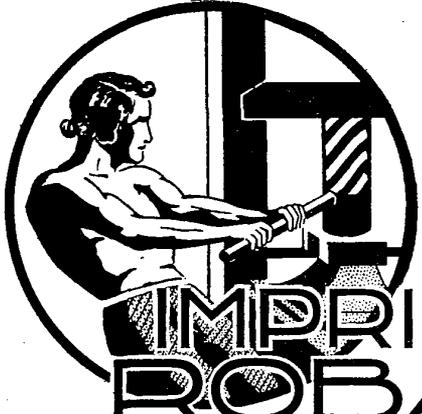
LYON, 14, AVENUE JEAN-JAURÈS

ENTREPRISE GÉNÉRALE DE CONSTRUCTION · SPÉCIALITÉ DE TRAVAUX INDUSTRIELS

MAÇONNERIE BÉTON ARMÉ — BÉTON DE PONCE
FUMISTERIE INDUSTRIELLE : Chaudières, Cheminées, Fourneaux

Etudes, Plans, Devis — Exécution en toutes régions

NOS REFERENCES SONT A VOTRE DISPOSITION



IMPRESSIONS DE LUXE
ET COMMERCIALES
JOURNAUX-AFFICHES
TRICHROMIE-TITRES
CARTONNAGES

**IMPRIMERIE
ROBAUDY.**
SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1.000.000 DE FRS
**20, RUE HOCHÉ
CANNES**
TÉLÉPHONE : 4-86
CHÈQUES POSTAUX - MARSEILLE N° 107-40
TÉLÉGRAMMES : ROBAUDY-CANNES



P. RAYBAUD E.C.L 1922



VERRES
ET
TOUS
GENRES

Oh! les sauvages!!
Ils ont encore cassé une vitre.
Heureusement le patron
connait la bonne adresse :

LA VERRERIE MONNIER
Jb. Monnier (Ingénieur E.C.L. 1920)
Ancienne Maison Cl. Aubry.
7, Place des Cèdeslins. Lyon
Téléphone : 112 et 24-59.

*Entreprise de Vitrerie pour Industriels
Verres à Vitres, oculis et martelés
Verre cathédrale. - Verre armé
Bouteilles et Bouteilles cloées.*

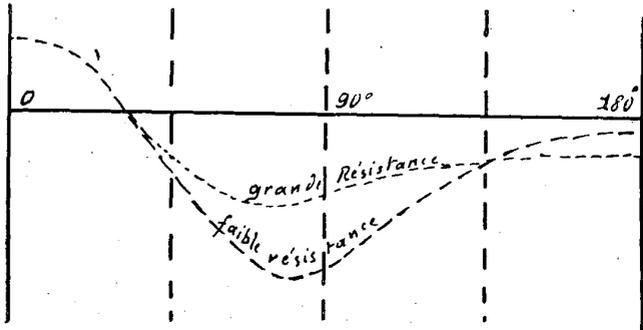


Fig. 8.

Annulation de la pression, vitesse limite, cavitation. Lorsqu'en un point quelconque d'un écoulement, la vitesse devient telle que la pression statique p s'annule, cette

vitesse ne peut s'accroître sans qu'une cavitation se forme, et que par suite la configuration de l'écoulement se trouve modifié.

BIBLIOGRAPHIE

APPELL. *Traité de Mécanique Rationnelle* (Tome III).
H. VILLAT. *Mécanique des Fluides*. (Gauthier-Villars.)
J. SIRE. *Cours d'Hydrodynamique rationnelle*, professé à la Faculté des Sciences de Lyon.
A. FOCH. *Introduction à la Mécanique des Fluides*. (Armand Colin.)
H. BOUSSSE. *Hydrodynamique générale* (1928). *Jets, tubes et canaux* (1923). *Résistance des fluides* (1928). (Delagrave.)
M. ROY. *Sur l'Aérodynamique des ailes sustentatrices et des hélices* (G. Villars, 1928.)
LAMB. *Hydrodynamics*.
PRANDTL. *Leçons sur l'hydrodynamique*.
PISTOLESI. *Aerodynamica* (1933).

G. CLARET

Téléphone : Franklin 50-55

E. C. L. 1903

Adresse télégraphique : Sercla

38, rue Victor-Hugo - LYON

AGENT RÉGIONAL EXCLUSIF DE

L'Auxiliaire des Chemins de Fer et de l'Industrie

Epuration des eaux par appareils à chaux et à soude et par produit permutant donnant 0° hydrotimétrique — Filtration, décantation des eaux industrielles, d'alimentation et résiduaires.

J. Crepelle & C^{ie}

Compresseurs — Pompes à vide — Groupes Moto-Compresseurs — Machines à vapeur.

Appareils et Evaporateurs Kestner

Pompes et monte-acides — Aspiration et lavage des gaz. Evaporateurs, Concentreurs, Echangeurs de température. Appareils spéciaux pour l'industrie chimique.

Maison Frédéric Fouché

Tous les problèmes de Chauffage Industriel, Séchage, Ventilation, Humidification, Captation des poussières, Enlèvement des buées, Matériel pour Fabriques de Conserves et pour Usines d'Équarrissage, Appareils de Stérilisation.

S. I. A. M.

Brûleurs automatiques à mazout pour chaudières.

Diesel - M. W. M. - Brevet Benz

Moteurs à huile lourde, fixes, transportables et marins
Toutes puissances de 5 à 2.000 C. V.

Matériaux d'Isolation Cellulaires

Bétons. — Plâtre. — Colle.

TERRASSES PARFAITEMENT ÉTANCHES AVEC
COUVRANEUF
enduit plastique français, synonyme d'étanchéité
employé à froid avec des dalles d'ardoise épaisses, le COUVRANEUF constitue le revêtement idéal permettant la circulation.
GAIN DE POIDS IMPORTANT - SÉCURITÉ - 8, RUE ROUVÉY, PARIS - Tél. Nord 18-82

Agent exclusif:
M. COUTURIER
Ingénieur (E.C.L. 1920)
Villa Werther, rue Jules-Massenet
LYON-MONTCHAT
Téléphone: Villeurbanne 88-91
FOURNITURES et APPLICATIONS :- Réclamer la Notice Numéro 140

SOCIÉTÉ "LA ROUTE"

96, Rue de Maubeuge, à PARIS

Bétons pour chaussées "VIBROMAC"

"MOSALITE"

Emulsions de bitume "VIASTIC"

"TARMACADAM"

Usines et Carrières }
LE POUZIN (Ardèche).
GRAVESON (Bouches-du-Rhône).
PAS-DES-LANCIERS (B.-d.-R.).
AUBAIS (Gard).

Recherche, Adduction et Distribution d'EAU

POTABLE OU INDUSTRIELLE
pour villes, administrations et particuliers

TRAVAUX d'ASSAINISSEMENT (tout à l'égout, épuration des eaux, etc.)

ÉTUDES ET PROJETS

DAYDÉ & MERLIN

Ingénieur honoraire du Service des Eaux
de Lyon. — Expert près les Tribunaux.

Ingénieur (E. O. L. 1908)

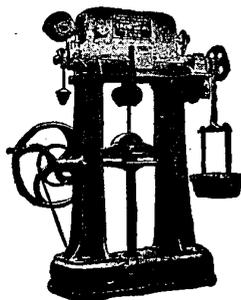
Ingénieurs-Conseils

6, rue Grôlée, LYON — Téléphone Franklin 33-38

B. TRAYVOU

USINES DE LA MULATIÈRE
(Rhône)

Ancienne Maison BÉRANGER & C^{ie}
fondée en 1827

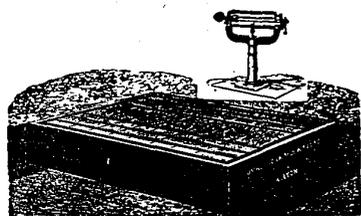


INSTRUMENTS DE PESAGE

Balances, Bascules,
Poncs à bascules
en tous genres
et de toutes portées.

MACHINES A ESSAYER

les métaux et autres matériaux



Pour tous genres d'essais
dans toutes forces.
Appareils enregistreurs.
Indicateurs automatiques
à mercure.

PLANS, DEVIS, CATALOGUES
franco sur demande.

DONZECO

PREMIÈRE MARQUE
D'ENCAUSTIQUE LIQUIDE CONCENTRÉE

PROCÉDÉ MODERNE ÉCONOMIQUE
POUR L'EMPLOI RATIONNEL DE
L'ENCAUSTIQUE LIQUIDE

Etablissements **DONZÉ & C^{ie}**

St-GEORGES-de-RENEINS
Rhône

Tél. N° 20 - R. C. Lyon B. 7506
Compte de chèques postaux : Lyon 383-93

Maison fondée en 1928

Médaille de la Ville de Paris 1931

FOURNISSEURS DES GOUVERNEMENTS FRANÇAIS
ET ESPAGNOL, DES VILLES, GRANDES
ADMINISTRATIONS ET GRANDES INDUSTRIES

FOURNISSEURS DE L'ÉCOLE CENTRALE
LYONNAISE

L'encaustique liquide concentrée DONZECO est indis-
pensable pour l'entretien des parquets, linoléums, meubles,
automobiles, etc.

Avec des résultats supérieurs d'hygiène et de brillant
elle permet de réaliser

UNE ÉCONOMIE DE 75 %

de temps et de matériel.

Suppression de la paille de fer.

Les pulvérisateurs perfectionnés DONZECO, d'un prix
modique, sont indispensables dans les appartements,
bureaux, garages, etc.

**Ils augmentent le rendement du per-
sonnel.**

Ils diminuent les frais généraux.

DÉPOT A LYON :

M^{ME} FERLET

56, rue Denfert-Rochereau

Téléphone Burdeau 88-82

Ingénieurs E. C. L.

**Ce procédé moderne sera présenté
par démonstration à tous les E. C. L.**



Chronique de l'Association



Mon disque...

... crie aujourd'hui « Bravo les jeunes ». Au soir de votre réception dans le sein de notre Association qui est heureuse de vous accueillir, parce que vous lui faites cet apport de sang nouveau qui l'empêche de vieillir, j'ai entendu votre serment et dans ses mots j'ai trouvé tous les sentiments et toutes les qualités qui font votre charme et qui feront votre valeur dans la vie.

— De la reconnaissance d'abord envers votre Ecole! Vous vous rendez compte déjà de ce que vous lui devez et vous avez la franchise de le proclamer. C'est un sentiment rare ; car la reconnaissance est un fardeau bien lourd à porter. L'expérience acquise vous démontrera plus tard que vous avez raison de ne pas le déposer.

— Du respect pour ses traditions ! Et par là vous entendez certainement reconnaître tout ce que votre Ecole et vos anciens ont fait pour vous préparer la voie. C'est bien : parce qu'il fut un temps pas très éloigné où beaucoup de jeunes gens auraient tout brûlé pour dégager le chemin devant eux.

— Une promesse particulière à l'égard de votre

promotion dont vous voulez garder le culte ! Ce dont nous ne saurions vous blâmer puisque d'ailleurs cette promesse vous entraîne à jurer que vous serez « généreux et confiants » envers tous vos autres camarades. Ah ! mes chers amis si toutes les promotions qui vous suivront font le même serment, et le tiennent, je vous donne rendez-vous dans quinze ou vingt ans. Je n'ose pas, personnellement, penser à plus loin ; mais déjà nous aurons vu dans ce laps de temps, bien court cependant, s'accroître considérablement la prospérité et partant la puissance de votre groupement. Oui, vous avez raison de vouloir être « toujours et avant tout de véritables E. C. L. ». Vous trouverez peut-être dans l'accomplissement de cette promesse solennelle quelques déceptions, mais aussi et surtout de pures et saines joies.

Nous sommes sûrs, nous, les Anciens, qui avons connu le Président Celle et connaissons ses idées au sujet de notre Chère Ecole, qu'une promotion qui a eu le beau geste de venir parmi nous avec son parrainage, sera fidèle à l'honneur engagé et à la parole donnée.

Encore une fois « Bravo » et « Merci ».

Paul LEFRANC, E. C. L.

Naissances.

Nous sommes heureux de faire part des naissances ci-après :

Maurice-Marie-Georges et Michel-Marie-Charles-Jean BRANCIARD, frères de Joseph, Marie, Georges, Pierre, Bernard et Thérèse, enfants de notre camarade de 1920 B ;

Paul et Michelle ARTO, frère et sœur de Janine, enfants de notre camarade de 1927 ;

Jean DELEUZE, fils de notre camarade de 1920 A ;

Pierre BLANCHER, frère de Monique, enfants de notre camarade de 1924 ;

Marie-Louise NICOLAS-MARCHIANI, fille de notre camarade de 1922 ;

Paul CHILLET, frère de Maurice, enfants de notre camarade de 1925 ;

Marie-Claude SAINT-DENIS, fille de notre camarade de 1928 ;

Jacques BAUMSTARK, frère de François et de Louis, enfants de notre camarade de 1922.

Mariages.

Nous avons le plaisir d'annoncer la célébration des mariages suivants :

Mlle Edith LICOYS, fille de notre camarade de 1905, inspecteur général du Bureau Véritas, avec M. François Blondeau, ingénieur des Arts et Manu-

factures. La bénédiction nuptiale leur a été donnée dans l'intimité, le 22 mai 1935, à Versailles, en l'église Saint-Symphorien.

André PATRIARCHE (1927) avec Mlle Marie-Josèphe Bazin. La bénédiction nuptiale leur a été donnée le 4 juin, en l'église Notre-Dame de Dijon.

Mlle Yvonne AUJAS, fille de notre camarade de 1905, avec M. Joannès Bidaud. La bénédiction nuptiale leur a été donnée en l'église Notre-Dame de Saint-Vincent, à Lyon, le 24 juin.

M. Jean DÉTARD, fils de notre camarade de 1895, avec Mlle Ninon Bouillat. La bénédiction nuptiale leur a été donnée en l'église de Caluire, le 3 juillet.

Décès.

C'est avec la plus vive émotion et le plus profond regret que nous avons appris la mort soudaine, à l'âge de 28 ans, de notre camarade Auguste VIGNAL.

On trouvera plus loin, écrit par un de ses camarades de promotion, qui fut son plus cher ami, un article biographique où les qualités d'esprit et de cœur du défunt, son passé de droiture, son avenir rempli de promesses, que la mort a brutalement anéanties, sont évoqués avec émotion. Nous ajouterons simplement à cet hommage la preuve d'affection et de regret qui fut donnée à notre camarade par la foule nombreuse et recueillie qui assistait à ses funérailles. Celles-

ci — par une coïncidence douloureuse et que l'on nous permettra de rappeler ici — eurent lieu le jour même où paraissait dans cette revue, à laquelle Vignal s'intéressait beaucoup, un important article où notre camarade traitait la question qu'il connaissait particulièrement, des antennes collectives en T.S.F.

Nous renouvelons à la famille d'Auguste Vignal, dans laquelle nous comptons un excellent camarade, Léon Vignal, major de la promotion 1933, l'expression de notre grande sympathie.

★★

Nous exprimons nos condoléances sincères aux camarades ci-après douloureusement frappés dans leurs plus chères affections :

BONNET Jean (1902), en la personne de son père, décédé à l'âge de 87 ans. Notre camarade avait été déjà très éprouvé il y a quelque temps par le décès de sa mère ;

LEGORJU Charles (1911), en la personne de sa mère, décédée à l'âge de 71 ans ;

CONTAMINE Raymond (1925), en la personne de son épouse ;

Henri ALLAIGRE (1906), en la personne de sa sœur, Mlle Lucy Allaigre, décédée à Grenoble, le 20 juin, dans sa 57^e année ;

Claude LESTRA (1910), en la personne de son père, M. J.-B. Lestra, décédé à Lyon le 6 mai, dans sa 76^e année ;

Marquis de MAUROY (1909), en la personne de son beau-frère, M. Michel Siméon, décédé accidentellement à Menetou-Salon (Cher), le 11 juin, dans sa 62^e année.

Francisque RÉAL (1923) et Yves RÉAL (1932), en la personne de leur grand-père, M. Jacques Réal, décédé le 1^{er} juillet dans sa 84^e année.

Charles BURGENTIS-DESGAULTIÈRES (1923), en la personne de son père, décédé à l'âge de 71 ans, et dont les funérailles ont eu lieu à Lyon le 1^{er} juillet.

Henri LEGROS (1920 B), en la personne de son père, M. Charles Legros, dont les funérailles ont eu lieu à Lyon, le 5 juillet.

∩

Ecole Supérieure du Bois.

Nous sommes heureux de porter à la connaissance de nos camarades que le Comité de Direction et de l'Enseignement de l'Ecole Supérieure du Bois a décidé que les élèves sortis de l'Ecole Centrale Lyonnaise avec le diplôme d'ingénieur pourraient entrer sans examen à l'Ecole Supérieure du Bois.

∩

Chronique de l'Ecole.

Nous publierons dans le numéro d'août de « Technica », en même temps que les résultats des examens de 1935, les textes des projets imposés aux élèves de 3^e année (options A, B et C).

∩

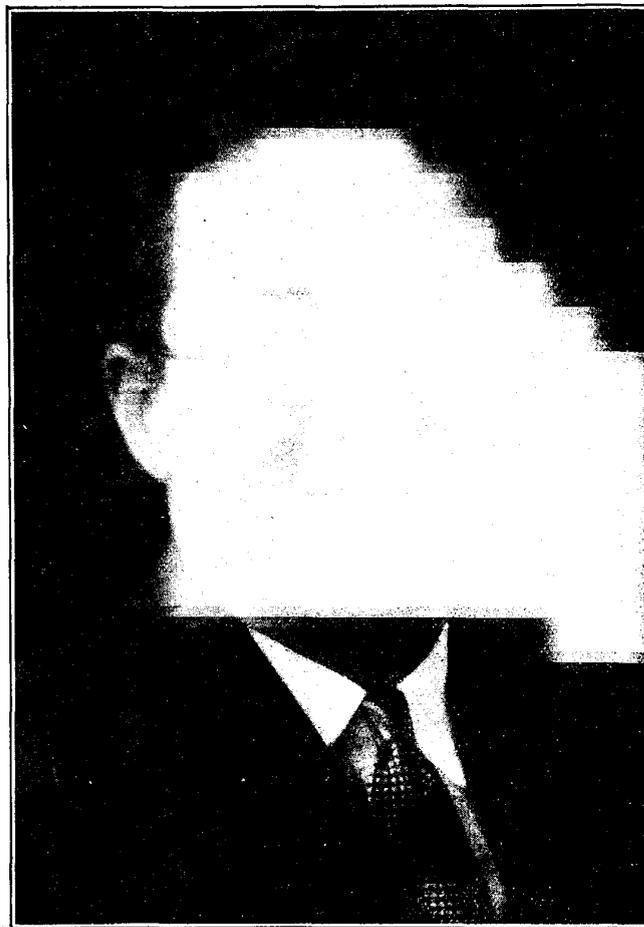
Académie de Lyon.

M. Martin-Basse, directeur du « Salut Public », dont la bienveillance à l'égard de notre revue a bien voulu se manifester maintes fois, a été récemment reçu à l'Académie de Lyon et a prononcé, à cette occasion, un discours très remarqué. Nous le prions de trouver ici l'expression de nos bien vives et bien sincères félicitations.

∩

NECROLOGIE

Auguste VIGNAL (1928)



Nous avons éprouvé une profonde stupeur et une bien douloureuse émotion en apprenant la mort si soudaine de notre camarade : Auguste Vignal.

Pour tous ceux qui l'ont connu et plus particulièrement pour ses condisciples de la promotion 1928, dont il fut un brillant élève, il a toujours été le plus dévoué des camarades et le plus agréable des amis. Ne l'avions-nous pas choisi d'ailleurs comme Président de notre petite Association d'Etudiants.

En lui disparaît plus qu'un ami, un Frère, et c'est à ce titre que de tout cœur, nous tenons à exprimer à sa jeune femme, à ses parents éplorés, à son frère notre camarade Léon Vignal, ainsi qu'à sa famille, la part très sincère que nous prenons à leur profonde douleur.

À l'Ecole supérieure d'Electricité, où il poursuit ses études, comme officier de réserve au 93^e R. A. M., ainsi que comme collaborateur dévoué de M. Charreyre auquel en cette triste circonstance nous exprimons toute notre sympathie, nous avons toujours retrouvé en lui cette bonne humeur naturelle, cette franchise, cette sincère amitié qui nous unissait tous et dont il avait si bien su se faire une règle.

La mort cruelle qui nous a si profondément affligés a brisé une vie si belle et remplie de promesses, en même temps qu'un ménage heureux et tendrement uni. Elle arrache un fils à l'affection des siens, auxquels nous renouvelons avec la plus vive émotion notre respectueuse sympathie et l'assurance que nous conserverons toujours vivant en nous le souvenir de notre cher et regretté ami.

C. P.

« La Fête des Promotions 1885 - 1910 - 1935 » fut une belle manifestation d'union et de foi écelistes

Oui, cette fête fut belle et laissera à ceux qui y prirent part une réconfortante impression. Au contact de leurs jeunes camarades — ces jeunes d'aujourd'hui dont nous disions récemment la valeur, le courage, l'enthousiasme et la foi — les anciens sont repris par leurs vieux et chers souvenirs d'Ecole, et c'est avec émotion qu'ils évoquent leur sortie par une journée toute pareille — il y a 50 ou 25 ans — et le chemin parcouru depuis dans la vie ; les chers camarades de promotion dont beaucoup manquent à l'appel, les uns absorbés par les soucis de la vie, d'autres éloignés ou malades, d'autres enfin, hélas ! déjà disparus sans avoir eu le temps de donner leur mesure.

Le banquet du 29 juin fut cela : une fête du souvenir et de l'amitié, dans le décor ravissant du Parc de la Tête-d'Or, mais il fut, de plus, une significative manifestation des sentiments de solidarité qui lient les ingénieurs E. C. L. et de l'attachement profond — fait de reconnaissance et de fierté — qu'ils ont pour leur Ecole. Quand une institution a pour elle des traditions que les années, loin d'affaiblir, n'ont fait que renforcer ; quand elle est soutenue par le dévouement et l'affection de nombreuses générations ; quand, enfin, elle a su conquérir l'âme d'une jeunesse intelligente et vibrante, elle peut surmonter les difficultés passagères et garder toute sa confiance en l'avenir.

La promotion 1885 — qui fêtait ses noces d'or — était représentée à cette fête par deux camarades, Berne et Lumpp (sur quatre restants), un autre camarade de la même promotion, Blanc, domicilié à Paris, s'était excusé de ne pouvoir faire le voyage de Lyon, à raison de son mauvais état de santé.

Vingt-neuf camarades de la promotion 1910 étaient présents ; en voici les noms :

Barotte, Bernus, Bertholon, Boudoint, Choffel, Croizat, Deschamps, Ecochard, Gangolphe, Garin, Gilbaud, Gilbert, Gillet, Gourdon, de Grabowshy (venu de Pologne), Houdaille, Jacquet, Lestra, Lombard-Gerin, Michoud, Mironneau, Monin, Mouterde, Paillason, Rousseil (venu du Maroc), Roux-Berger, Schmieder, Vachon, Vanel.

S'étaient excusés : Chagué, Forestier, Girard, Grau, Guibert, Jeannérod, Louison, Neyrand.

La promotion 1935 était représentée au dîner par son bureau : Comparat, président ; Burin des Rozières, Foulard et Rey, et assista au complet à la réception qui suivit.

Enfin, la présence de quelques camarades de promotions diverses, dont plusieurs membres du bureau, accentuait le caractère symbolique de cette fête : Gourgout (1896) ; Cestier (1905) ; Bonifacy (1911) ; Chainé (1912) ; de Parisot (1921).

Le Président de l'Association, Léon Bertholon, sorti de l'Ecole en 1910, avait tenu à rester aux côtés

de ses camarades de promotion, et le banquet devait être présidé par le vice-président Aubert (1897) ; mais celui-ci, empêché au dernier moment par ses devoirs de magistrat municipal, avait été contraint de s'excuser. C'est donc l'ancien président de l'Association, Pierre Cestier, qui remplit ces fonctions, et, au champagne, salua ses camarades au nom de l'Association. Après avoir sollicité l'indulgence pour un ancien qui, à l'Ecole, n'a suivi aucun cours d'éloquence, il montra aussitôt, avec esprit, qu'en cette matière la technique n'est pas indispensable, et improvisa une allocution où, l'émotion succédant à l'ironie, il sut faire passer son esprit de conviction et son ardente sincérité. S'adressant aux jeunes, il les adjura de rester fidèles à leur Ecole et à leurs camarades. Des applaudissements et des bans répétés montrèrent à Cestier qu'il possède l'affection de tous ses camarades et que les jeunes, particulièrement, lui sont infiniment reconnaissants de l'intérêt qu'il ne cesse de leur témoigner.

Après ce petit discours personnel, le camarade Cestier donne lecture de l'allocution préparée par le vice-président Aubert. Celui-ci présente d'abord les excuses de M. Rigollot, le vénéré Directeur Honoraire de l'Ecole, et de M. Lemaire, l'actif et éminent directeur actuel, l'un et l'autre empêchés d'assister à cette fête, et leur adresse l'expression du souvenir plein de déférence et de gratitude de leurs anciens élèves. Il salue ensuite nos camarades Berne et Lumpp, qui ont bien voulu s'imposer cette fatigue afin de témoigner par leur présence que les sentiments écelistes conservaient en eux toute leur force et leur fraîcheur.

S'adressant à la promotion 1910 — une des plus belles qui soient sorties de l'Ecole — il la félicite de son homogénéité, de son esprit de solidarité et d'union, des beaux résultats obtenus par ses membres dans les rudes combats de la vie. Il excuse les absents et salue les 14 camarades de cette promotion, morts depuis l'année heureuse et pleine de promesse où ils quittaient l'Ecole, principalement les 8 héros qui ont fait à la France le suprême sacrifice et payé la rançon de leurs camarades.

Puis, se tournant vers les jeunes, « dont la présence fait revivre en nous de lointains souvenirs et agite nos âmes de sentiments confus où l'attendrissement se mêle à la mélancolie », il leur adresse les vœux sincères de leurs camarades et il exprime le souhait qu'au cours d'une carrière, que l'on peut espérer brillante et heureuse, ils restent fidèles aux grands principes d'honnêteté et de bonté, et à l'amitié éceliste et que, pour eux, le mot de camarade garde toujours son sens et sa vertu. Pour nous, vos aînés, dit-il en terminant, laissez-nous lever nos verres à votre bonheur et soyez assurés de notre sympathie et, dans toute la mesure possible de notre soutien.

Le Président Bertholon, vivement acclamé, se lève :



Sorties des groupes

Le groupe lorrain au Donon

LES FÊTES ÉCELISTES

Fête des promotions
du 29 juin 1935

La promotion 1910



Sortie générale d'été

Les camarades et leur famille
à Paladru



Le banquet des promotions
1904 - 1905 - 1906

Après une visite à l'Ecole
les camarades sont photographiés
avec le Directeur, M. LEMAIRE.

Il exprime tout d'abord la joie qu'il éprouve de se mêler à ses camarades de la promotion 1910, dont on fête le 25^e anniversaire. L'an dernier déjà, comme président de l'Association, il avait assisté à une réunion semblable et il avait eu la révélation du symbolisme d'une tradition qui veut que chaque année la nouvelle promotion soit reçue par des groupes de camarades d'âges différents figurant en une sorte de synthèse l'Association tout entière. Et cette réunion n'est-elle pas comme une cérémonie de transmission à des mains plus jeunes du flambeau que des mains plus hésitantes et hélas ! de moins en moins nombreuses, craignent de ne pouvoir porter plus loin et plus haut.

Après avoir dégagé le sens de cette manifestation, Bertholon s'adresse, tour à tour, aux jeunes camarades de la promotion 1935, aux anciens de la promotion 1885, et enfin à ses camarades et amis de la promotion 1910.

Aux premiers, que nous accueillons avec joie et espoir parce que nous connaissons les beaux sentiments qui les animent, il demande de considérer leur Association non comme une entité, de qui l'on peut tout espérer ou même exiger sans rien lui donner jamais en retour, mais comme une chose vivante et perfectible que l'on aime d'autant mieux qu'on lui

aura consacré plus de soins et d'affection. Il les félicite d'avoir tenu à placer leur promotion sous l'égide du regretté Président Celle, car cet homme de grande valeur a présidé quelques années aux destinées de notre chère Ecole avec clairvoyance et sollicitude. Il leur adresse enfin des vœux de complète réussite dans leur carrière industrielle.

Aux chers anciens qui ont bien voulu nous faire l'honneur d'assister à cette fête, le président souhaite la tranquillité et la joie de vivre qui doivent être l'apanage de ceux qui ont derrière eux une vie déjà longue de probité, d'honneur et de travail.

S'adressant, en dernier lieu, à ses chers camarades de promotion, Bertholon évoque tout naturellement quelques souvenirs de l'époque dont nous sépare maintenant un quart de siècle. Jours bien courts puisque, à peine dispersés, la mort faisait déjà des vides dans les rangs de la promotion. Après avoir cité les noms de Pierre Blot, Jean Gay, Albert Geantet, Joseph Lachave, Frédéric Thomeret, il rend un hommage pieux aux morts de la guerre : Marius Bruyas, Joseph Chabos, Raymond Chomienne, Emile Demandre, Auguste Faure, Roger de Fumichon, Victor Laurent, André Silvy, Charles Tranchand.

Pour finir, Bertholon adresse un reconnaissant merci aux camarades qui sont venus au rendez-vous

de ce soir et plus particulièrement à ceux qui sont accourus de fort loin : Rousseil, venu du Maroc, et de Grabowsky, qui mérite une mention spéciale puisqu'il est venu de Pologne avec son fils, pour, ainsi qu'il l'écrivait : « lui montrer la bonne ville de Lyon, notre chère Ecole et le présenter à nos camarades ». En tant que Président, ajoute Bertholon, laissez-moi vous dire que si les camarades lyonnais étaient tous animés des mêmes sentiments que notre cher de Grabowsky, la puissance de notre Association serait incalculable.

Roux-Berger répond à ces discours et remercie,



Sorties des Groupes

Le groupe de Marseille
au Lavandou.

au nom de ses camarades de la promotion 1910, parmi lesquels « Rousseil en venant du Maroc a voulu montrer que l'Afrique du Nord n'était que la grande banlieue de la Métropole », et de Grabowsky en faisant un aussi long voyage a fait preuve d'un admirable esprit de camaraderie, mais son geste montre, de plus, qu'une amitié éternelle doit lier la Pologne et la France. Roux-Berger recommande à son tour l'esprit d'union : « Que de bénéfiques mutuels pourrait-on retirer de rencontres comme celle d'aujourd'hui, où des gens d'âges si différents viennent en un contact familial, si nos réunions

étaient plus suivies. Mais l'individualisme exagéré est un défaut français, l'esprit de solidarité nous manque. Cherchons à l'acquérir par la volonté puisque notre tempérament ne nous y porte pas naturellement ». Il adresse ensuite à ses jeunes camarades quelques conseils excellents, dont ce vœu forme la conclusion : « Ne soyez pas retenus par les charmes de la région lyonnaise. L'Afrique française est un champ immense qui va bientôt s'ouvrir grâce à la route et au rail transsaharien : l'immense Soudan, la vallée du Niger pourront absorber les jeunes énergies : songez-y ! »

Pour les camarades de la promotion 1910, une des joies de cette fête de famille était de revoir leur camarade de Grabowsky, établi comme industriel dans son pays natal, la Pologne, et que beaucoup n'avaient jamais eu l'occasion de rencontrer depuis sa sortie de l'Ecole. Quoique bien éloigné de la France, il faut dire que de Grabowsky est resté fidèlement attaché à son ancien Directeur, à ses Camarades, à son Ecole et à l'Association Avec cette dernière il est resté en correspondance suivie et ses lettres témoignent de l'affection touchante qu'il porte à notre pays, à notre ville et à tout ce qui lui rappelle ses années studieuses à l'Ecole Centrale Lyonnaise. Sa première pensée, en débarquant à Lyon, fut de fleurir d'une magnifique gerbe de roses la plaque commémorative des anciens élèves de l'Ecole morts pendant la grande guerre.

Ces sentiments empreints d'une exquise délicatesse et de la plus attachante simplicité ont valu à de Grabowsky, de la part de tous ses camarades de promotion, une très grande sympathie. Aussi, lorsque, à son tour, il se leva pour prendre la parole, fut-il l'objet d'une belle ovation. Dans un langage dépouillé, il évoqua les événements qui se sont passés depuis l'année 1910, où, avec un diplôme en poche, ses camarades et lui se sont quittés après un banquet au bord du lac d'Annecy. Puis il y a eu la guerre — dont la France est sortie victorieuse et qui, pour la Pologne, était une guerre libératrice. Et maintenant il a la fierté de parler comme citoyen polonais, comme citoyen d'un pays qui possède 360.000 kilomètres carrés et 35 millions d'habitants et, grâce au maréchal Pilduski, est devenu une puissance en Europe Centrale.

Avec douleur, il s'incline devant le souvenir des camarades morts à la guerre, et il salue la mémoire des professeurs « auxquels nous sommes redevables de la réserve de science appliquée que nous possédons et qui nous a permis de faire notre chemin dans la vie ».

Il parle avec émotion du vénéré Directeur Honoraire Henry Rigollot, « dont le visage noble est gravé dans mon cœur pour la vie ». Enfin il exprime sa reconnaissance à l'Association, à laquelle, affirme-t-il, il doit la réussite, et il recommande aux jeunes camarades de la promotion sortante, de s'attacher à elle dès leurs premières années professionnelles.

En terminant, de Grabowsky s'écrie : « Je lève mon verre à la santé de vous tous et de vos familles, à la prospérité de notre Ecole et de notre chère Associa-

tion, à la grandeur de votre noble Patrie. Vive la France ! »

Et ainsi ce discours s'achève sur une manifestation d'amitié franco-polonaise, les cris de : « Vive la Pologne » se mêlant aux cris de « Vive la France ».

Cette soirée, qui nous a déjà procuré tant de satisfaction, va se terminer sur un discours du Président et Major de la promotion 1935, Paul Comparat, dont la conclusion logique et conforme aux sentiments d'idéalisme et de sincérité de ces jeunes dont nous pensons tant de bien, a remué toute l'assistance d'une forte et saine émotion.

Après avoir dit, en termes délicats, la reconnaissance des jeunes pour la grande famille qui voulait bien les accueillir, famille créée depuis longtemps et qui vit plus brillante que jamais, il fait une sorte d'examen de conscience de sa promo, comme pour dresser l'inventaire de ce qu'elle va ajouter au patrimoine commun de l'Association. Puis il montre que la promo aura une tradition à satisfaire, un devoir de solidarité à remplir et, s'adressant à ses camarades, il leur demande de prononcer tous ensemble une « promesse » dont voici le texte et qui les liera d'honneur :

« Je m'engage :

A aimer mon Ecole et à la servir.

A avoir le respect de ses traditions.

A garder le culte de ma Promo et à m'en constituer le défenseur.

A être généreux et confiant envers tous mes camarades.

A être, en un mot, toujours et avant tout un véritable E. C. L.

Par cette promesse, j'engage mon honneur et je promets d'être fidèle à la parole donnée. »

Crânement, fermement et avec fierté, la jeune promotion a fait sa « promesse ». Et le président Cestier souligne que manquer à celle-ci serait commettre un parjure, mais, ajoute-t-il bien vite, je vous connais et je sais que vous resterez fidèles à votre serment.

Après cet instant, qui fut le « sommet » de la soirée, une détente était nécessaire. Elle nous fut procurée par des récits et chansons remplis de bonne humeur et de sel gaulois que, pour le plaisir de tous, anciens et jeunes camarades firent de leur répertoire. Et l'on se sépara enchantés de cette excellente réunion éceliste, à une heure avancée de la nuit.

Au cours du dîner, sur l'invitation éloquent de trésorier de Parisot, les portefeuilles s'ouvrirent largement en faveur de la Caisse de secours, et c'est la jolie somme de 1.270 francs qui vint grossir les fonds destinés à cette œuvre d'entraide.

Le dimanche, sous la conduite du Président Bertholon, un bon nombre d'anciens de la Promo 1910 se rendirent à l'Ecole, où M. Lemaire leur fit visiter les laboratoires et les différentes installations, et leur donna, sur l'enseignement qui est actuellement donné aux élèves, des renseignements qui les intéressèrent vivement.

ET^{TS} de MIROITERIE	S^R L^{ES}
DUMAINIE	capital 850.000
■ 57 rue béchevelin	GLACES / AUTOS /
LYON	NEO-TRIPLEX
TÉLÉPHONE: PARMENIER 12.39	Sécurité
GLACE / miroir / rue / encadrée / style moderne	DECORATION
INSTALLATIONS de MAGASINS ENSEIGNES	AU
	JET de SABLE
	C. LOUIS ING. (E.C.L. 1903)

La Sortie générale d'été

La sortie de cette année, disait le programme, ne revêtra aucun caractère technique ; elle aura pour unique but de rassembler sous le signe de la meilleure camaraderie, dans un site agréable et autour d'une table bien servie, le plus grand nombre possible de familles écclésiastes. N'y avait-il pas là vraiment de quoi tenter ceux — et ils sont nombreux — qui ne trouvent pas dans leur travail de chaque jour, une source de satisfaction si grandes, qu'ils n'aient d'autre désir que de profiter des sorties de l'Association pour initier leurs familles aux questions professionnelles qui leur procurent à eux-mêmes de telles jouissances. Il est bon, de temps en temps, de changer ses plaisirs, n'est-il pas vrai ?

Le programme comportait en outre un agrément, indiqué comme facultatif et qui restera, pour ceux qui eurent la bonne idée de ne point le considérer comme un complément inutile, l'un des meilleurs souvenirs de cette journée : nous voulons parler de l'arrêt à Crémieu.

Pendant deux heures qui parurent trop courtes, sous la conduite de M. Jacquet, père de notre camarade de 1920 B, vice-président du Syndicat d'Initiative, et de M. Ganio, secrétaire, en l'absence du président, M. Minssieux, nos camarades découvrirent les divers aspects de cette petite ville au passé glorieux ; tour tour les vieilles halles, le cloître — une merveille dont vous trouverez ci-contre la reproduction due au talent de Philibert Jacquet — le château-fort, les vieilles portes historiques, les maisons si curieuses retinrent l'attention des visiteurs. Plusieurs d'entre eux j'imagine — et l'auteur de ce compte-rendu se compte parmi ceux-là — ne possédaient jusqu'alors qu'une vague connaissance du vrai caractère de la petite ville dauphinoise si proche de Lyon, qui joua dans le passé et particulièrement à l'époque de la Renaissance, un rôle historique marqué à jamais dans ses vieilles pierres.

Nous voudrions que ces lignes incitent beaucoup de nos camarades ou lecteurs à voir ou à revoir la cité de Crémieu, en apportant à cette visite l'intérêt passionné que doit inspirer à tout être cultivé les vestiges d'un passé dont nous sommes, coûte que coûte, les héritiers. Nous prions les deux hommes érudits et courtois qui voulurent bien se faire, avec une infinie complaisance, nos guides au cours de cette trop rapide visite, MM. Jacquet et Ganio, de vouloir bien trouver ici l'expression de notre gratitude et de nos remerciements.

La plage de Paladru, où un chaud soleil d'été invitait à la sieste, après le bain, vit se rassembler aux alentours de midi, nos camarades lyonnais et ceux venus de Grenoble ou de Valence. Plusieurs se laissèrent tenter par la tiédeur de l'eau claire et tirèrent leur coupe avant l'apéritif. Puis, vers midi 30, tous se rendirent par la route, au village de Paladru où, dans le cadre élégant et clair du Grand Hôtel des Bains, le déjeuner était servi. Le programme n'avait pas menti, car c'est un menu succulent qui fut soumis à l'approbation de nos camarades gastronomes... un certain brochet à la crème, en particulier, laissera à tous un souvenir reconnaissant.

Au dessert, le Président usa avec discrétion de son droit au « laïus », puis le trésorier, notre sympathique camarade de Parisot fit, en faveur de la Caisse



Crémieu.

de secours, un appel qui ne resta pas sans écho, puisque la collecte qui suivit rapporta la somme de 363 frs.

La journée se termina sous les ombrages de l'Hôtel des Bains, où, suivant les âges et les goûts, les jeux, les danses, ou les longues conversations pleines de charme, fournirent à chacun une agréable distraction.

Ont participé à la sortie :

Bollard (1890), Mme et Mlle ; Gourgout (1896, et Mme ; Pral (1896), Mme et Mlle ; Perret (1898), Mme et Mlle ; Claret (1902) ; Lacroix (1902), et Mme ; Cestier (1905), et Mme ; Perrin (1909), et Mme ; Bertholod (1910), et Mme ; Chainé (1912), et Mme ; Béthenod (1914), Mme, Mlle et invitée ; Hudry (1914), et Mme ; Beauchêne, Perret (1920 A) ; Eschalié (1920 B), Mme et leurs enfants ; Vial (1920 A), Mme et leurs filles ; Pionchon (1920 A), et Mme ; Cochet Paul (1920 B), Mme et leurs enfants ; Monnier (1920 N) ; Fillard (1921), et Mme ; de Parisot (1921), Mme et leurs enfants ; Chambon (1922), Mme Chambon mère et invitée ; Edouard (1922) ; Pionchon (1923) ; Bèneton, Espinasse (1924) ; Goudard (1924), et Mme ; Volland (1924), et Mme ; Gauthier (1925) ; Coste (1926) ; Chatagner (1927), et Mlle ; Villard (1927) ; Charlon, Rambaud (1931) ; Reynaud (1933).

La Vie des Groupes

Groupe Lyonnais

REUNION DU 7 JUIN

Etaient présents : Jouffray (1902) ; Bret (1907) ; Gourgout (1896) ; Bertholon (1910) ; Chainé (1912) ; Burdin (1913) ; Berthelon, Caillet, Ducret, Rittaud (1920 N) ; Blancard, Gauthier (1920 A) ; de Parisot (1921) ; Arnulf, Chambon (1922) ; Beneton, Goudard (1924) ; Besançon, Livet (1925) ; Laurençon (1926) ; Berthillier, Chervet, Ducret, Villard (1927) ; Exertier (1928) ; Balaye (1928) ; Planté (1929) ; Berthillier, Henrin (1930) ; Belat, Charlon, Councitchansky, Danjoux, Gauthier, Rambaud (1931), Zilberfarb (1932) ; Tiano (1934).

Excusé : Gheuser (1931).

Groupe de Paris

Dans sa dernière réunion, le groupe parisien a décidé que les deux réunions mensuelles d'août et septembre auraient lieu au café Royal-Trinité, place de la Trinité.

La réunion de juillet aura lieu rue Blanche et fera l'objet d'une causerie et d'un échange d'idées avec notre camarade Ferrier sur le sujet traité dans ses récents articles de « *Technica* » : « La fonction de l'ingénieur dans l'Economie générale ».

Les réunions du Comité qui ont lieu tous les lundis, à 19 heures, sauf celui qui suit une réunion de groupe, auront lieu désormais 75, boulevard de Courcelles, dans le magasin d'exposition de notre camarade Magenties (Maison Gamma, appareils et installations de chauffage central au mazout).

Groupe de Lorraine

SORTIE DU 23 JUIN

Etaient présents, les camarades : Palanchon (1898), Suchet (1898), Meyer (1903), Seguin (1905), Bonnard (1913), Friès (1913), de la Bastie (1920 B), Claveau (1920 B), Vachon (1922), Crumière (1923), Genin de Règnes (1923), Barbier (1924), Chapot (1928), Jochem (1928).

S'étaient joints à nous des invités encore plus nombreux : Mesdames Suchet, Meyer, Seguin, Bonnard, Friès, de la Bastie, Claveau, Vachon, Genin de Règnes, Barbier, Chapot, Jochem.

Mlles Bonnard, filles de notre camarade, M. Vachon fils, la toute jeune demoiselle Chapot, Mlle Jochem, sœur de notre camarade.

Enfin des amis amenés par les camarades Meyer et Genin de Règnes, ainsi que par le camarade Seguin, qui avait retrouvé dans la région un jeune militaire fils de son camarade de promotion Alliod.

S'étaient excusés, les camarades Comerson (1904), Frécon (1905), Large (1920), Narjoux (1920), Dussud (1920 A), Schrimpf (1922), Demure (1926), Cessenat (1931).

Après un déjeuner fort convenable à Saint-Quirin, nous nous retrouvâmes tous au col du Donon, sauf le camarade Genin de Règnes, qu'une malencontreuse panne de pompe avait obligé de faire demi-tour.

Depuis le col, nous fîmes la classique ascension du Donon, ascension fort simple mais demandant un certain courage en raison de la température.

Enfin, après quelques rafraîchissements bien mérités, chacun prit le chemin du retour.

En résumé, beau succès pour cette première sortie. Nous avons heureusement bénéficié d'une des premières belles journées et, quelques jours plus tôt nous n'osions pas espérer un temps aussi radieux.

Nous nous sommes bien promis de recommencer, espérant être plus nombreux encore.

L. CLAVEAU (1920 B).

Groupe de Marseille

75, rue de la République, Marseille.
Communications à M. Cougny, secrétaire,

SORTIE D'ETE

Nos camarades du Groupement Méridional ne cessent de se remémorer leur agréable sortie du 16 juin au Lavandou.

Quels souvenirs ! Sous les frais ombrages et sur la terrasse fleurie de l'Hôtel de Provence, dans un décor que Maupassant disait être destiné à la « représentation de tous les poèmes d'amour de la terre », nos camarades et leur famille goûtèrent pleinement ce coin admirable de la Côte des Maures.

Au large, les îles d'Or, à l'ouest le Bénat et à l'est le Cap Nègre se profilaient au loin, dans un ciel azuré alors que la mer, à nos pieds, roulait ses flots indigo irangés d'argent.

Etait-ce la joie de se retrouver entre bons amis ?
Etait-ce l'excellent déjeuner ?... Toujours est-il que l'atmosphère avait quelque chose d'enveloppant, d'intime et de souriant qu'ignorent certainement toutes les rivières de la terre.

Notre cher président, un peu ému, nous dit ses regrets de ne pouvoir, comme autrefois, parcourir inlassablement à pied ou à bicyclette ces rivages lumineux. Nous avons d'ailleurs apprécié la justesse de ce raisonnement lorsque, le soir, les rapides voitures de nos camarades nous emportèrent trop vite, à notre gré, de ces lieux enchanteurs.

Le ciel, couleur de violette, comme la mer, s'estompa déjà dans le lointain que nous entendions encore des rires et des chants qui semblaient célébrer la douceur de vivre.

Henry TAVEAU (1927).

Etaient présents : MM. VERNEAU (1880) et Madame ; VERNEAU Fils ; F. DUBOUT (1897), Madame et Madeleine ; A. DUBOUT (1923) ; AICARDY (1922) ; GUY (1920) et Madame ; COUGNY (1920) ; BLANC (1927) et Madame ; REGERAT (1927) et Madame ; TAVEAU (1927) et Madame.

S'étaient excusés : MM. MONNIOT, ROUX, DALBANNE, GUYETAND, GALLAND, BORNE, DE MONTGOLFIER, TOURASSE, JOURRET, VIAL, POLGE, RONGEVAL, MORIN.

Groupe du Languedoc

La prochaine réunion est renvoyée au 29 septembre prochain.

Contrôle du Réglage de la Fréquence des Réseaux Pendules Synchrones et Appareils d'Horlogerie Industriels Synchrones

1° *Contrôle.* — Le contrôle de la fréquence des réseaux électriques a été rendu nécessaire par les obligations qu'impose l'interconnexion de ces réseaux, à savoir en particulier le maintien de la fréquence à une valeur rigoureusement fixe.

Il en est résulté, d'une part, la possibilité pour les horlogers, d'utiliser les moteurs synchrones, pour remplacer les mouvements mécaniques sur les secteurs contrôlés et d'autre part la création d'appareils spéciaux destinés à contrôler la fréquence des réseaux par comparaison avec l'heure légale.

Nous présentons aujourd'hui, à nos lecteurs, un type de ces appareils, étudié et construit par les Etablissements d'Horlogerie Charvet et Cie, Delorme successeur, à Lyon, pour le compte de la Société de Transport d'Energie des Alpes.

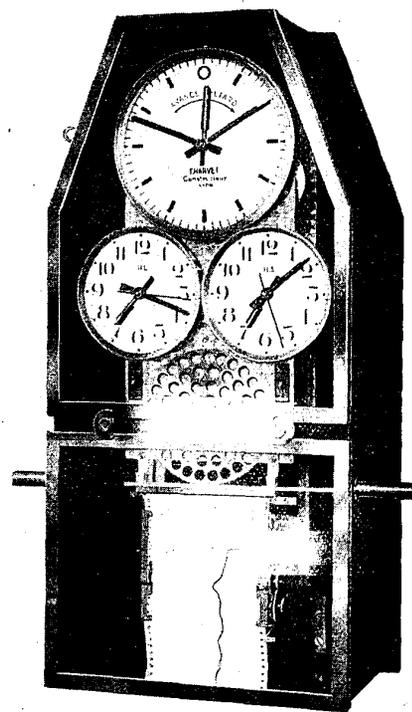
La précision d'une demi-seconde ayant été reconnue suffisante, une solution entièrement mécanique du problème a pu être réalisée. La photo ci-jointe représente l'appareil complet dans son boîtier.

On remarque :

a) A la partie supérieure, un cadran de 300 m/m gradué en 60 divisions. Sur ce cadran se déplacent : a) une aiguille rouge faisant un tour par minute d'avance ou de retard du secteur par rapport à l'heure légale. Cette aiguille permet donc d'enregistrer les variations du réseau par demi-seconde ; b) une grande aiguille noire totalisant les minutes d'écart ; c) une petite aiguille noire totalisant les heures d'écart.

B) Deux cadrans relatifs aux indications de l'heure légale et de l'heure synchrone pourvus chacun d'une trotteuse.

C) A la partie inférieure de l'appareil, un mécanisme enregistreur inscrivant les variations de la fréquence entre les limites $-30,0+30$ secondes. L'inscription se fait sur papier de 150 m/m de largeur utile, à déroulement continu (mouvement à remontage automatique par le courant du secteur). Chaque seconde équivaut à 2 m/m 5. Un dispositif permet le tracé du diagramme suivant des ordonnées rectilignes et équidistantes sur toute la largeur du papier. L'inscription se fait au moyen d'une plume-siphon, prenant l'encre dans un encrier fixe arrière, contenant



une réserve pour un mois. La plume opère son tracé sur la génératrice du cylindre sur lequel s'incurve le papier en passant de la réserve à la table de déroulement ; de la sorte le tracé est immédiatement lisible.

Un dispositif de débrayage automatique bloque la plume au-delà des écarts $+30$ et -30 secondes par rapport à l'heure normale, et s'embraye à nouveau lorsque l'écart entre les deux heures légale et synchrone n'est plus que de $+30$ ou -30 secondes.

D'autre part, un dispositif correcteur et un dispositif de remise à zéro des aiguilles différentielles ont été prévus pour retoucher pendant la marche même de l'appareil les indications de l'heure légale et de l'heure synchrone si besoin en est.

Afin de diminuer l'erreur due aux jeux d'engrenages, outre l'extrême précision qui a été apportée au montage du mécanisme, l'importance des jeux a

été réduite au minimum par l'adoption de roues de grand diamètre et d'un petit module. De la sorte, l'erreur finale n'est qu'une fraction infime de seconde et n'intervient pas dans les indications de l'appareil.

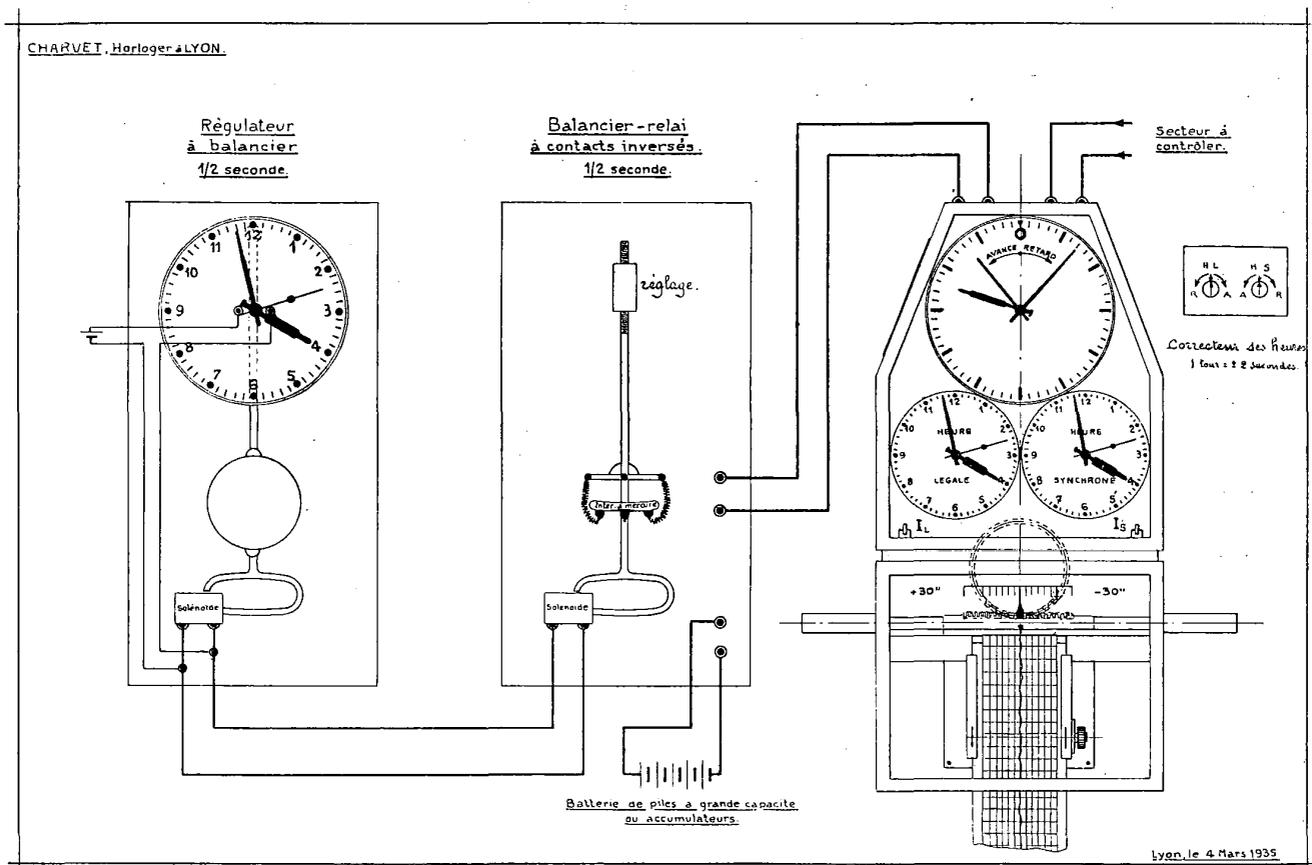
Le moteur synchrone donnant l'heure du réseau est du type asynchrone synchronisé à démarrage automatique.

Le mouvement heure légale est un récepteur demi seconde spécialement renforcé et actionné par une horloge-mère d'une grande précision. Cette horloge-mère est d'ailleurs corrigée chaque jour d'après les émissions horaires de la Tour Eiffel.

2° *Utilisation du secteur à fréquence contrôlée.* — Pendules synchrones et mouvements d'horlogerie industrielle à moteurs synchrones.

Ces pendules sont à démarrage automatique ou à démarrage manuel. Elles conviennent dans la ville même de Lyon où les pannes de courant sont pour ainsi dire inexistantes. Les pendules à démarrage automatique s'arrêtent au moment de la panne et repartent dès le retour du courant, en accusant l'erreur due à la panne. Elles possèdent alors un voyant qui tombe lors du manque de courant et qui indique à l'utilisateur qu'il y a eu panne de courant, et qu'il faut par conséquent vérifier l'heure.

Les pendules synchrones à démarrage manuel ne repartent pas lors du retour du courant. Elles sont donc détectrices de cette panne en indiquant l'heure exacte à laquelle elle s'est produite. Elles sont munies



a) *Pendules synchrones.* Les pendules synchrones étant munies d'un moteur électrique dont la vitesse de rotation est rigoureusement liée à la fréquence du courant alternatif qui l'alimente, on conçoit que si cette fréquence est rigoureusement invariable, le moteur synchrone pourra donner l'heure avec une précision absolument remarquable. En fait, la fréquence sur Lyon étant réglée par la Société de Transport d'Énergie des Alpes, grâce à l'appareil décrit plus haut, les pendules synchrones donneront l'heure de l'Observatoire de Paris avec un écart de quelques secondes seulement en plus ou en moins par rapport à cette heure

On distingue comme types de pendules synchrones:

1° Pendules synchrones sans réserve de marche.

d'un dispositif de démarrage à la main qui oblige en même temps à les remettre à l'heure.

Les pendules à réserve de marche font leur apparition sur le marché. Elles permettent à la pendule de fonctionner malgré la panne de courant. Néanmoins, ces appareils peuvent enregistrer une petite cause d'erreurs au bout d'un certain nombre de pannes du fait du temps demandé par le mécanisme pour passer de la marche normale en réserve et réciproquement.

b) *Mouvements spéciaux.* En dehors des pendules synchrones, les moteurs synchrones spéciaux pour l'horlogerie industrielle peuvent être appliqué au remplacement de n'importe quel type de mouvements d'horlogerie existant actuellement : par exemple, les